Dr MARKO MILOSAVLJEVIĆ

KLIMATOLOGIJA

X IZDANJE

Naučna Knjiga
BEOGRAD, 1990.

Dr Marko Milosavljević
KLIMATOLOGIJA

Izdavač
IDP „Naučna knjiga"
Beograd, Uzun-Mirkova 5

Za izdavača
Dr Blažo Perović

Urednik
Nikola Dončev

Tehnički urednik
Miloje Drinjaković

Tiraž: 2000 primeraka

ISBN 86-23-21076-X

Štampa: Štamparsko-izdavačko preduzeće „Bakar" - Bor

S A D R Ž A J

I

OPŠTI POJMOVI O KLIMI

II

POJEDINI KLIMATSKI ELEMENTI

III

SOLARNA I FIZIČKA KLIMA

IV

KLASIFIKACIJA KLIME

V

VI

KLIMA, ZEMLJIŠTE I BILJKA

VII

KLIMATSKE KARAKTERISTIKE POJEDINIH KONTINENATA

VIII

IX

OBRADA METEOROLOŠKIH ELEMENATA

PREDGOVOR

Šesto izdanje ove knjige namenjeno je studentima poljoprivrednih i šumarskih fakulteta, kao i studentima viših poljoprivrednih škola i drugih škola na kojima se predaje klimatologija.

Ova knjiga sadrži mnogobrojne primere konkretnih klimatskih podataka iz naše zemlje, tako da se ovi podaci mogu veoma dobro iskoristiti pri rešavanju raznih problema, za čije su rešenje, pored ostalih, potrebni i klimatski parametri.

U ovom izdanju su učinjene izmene veličina prema novom Međunarodnom sistemu mernih jedinica. Ove izmene izvršila je dr Natalija Todorović, vanredni profesor Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu. Za ovu saradnju i uloženi trud ja joj se veoma zahvaljujem.

M. Milosavljević

I

OPŠTI POJMOVI O KLIMI

1. VREME I KLIMA

Vreme predstavlja stvarno stanje meteoroloških elemenata i meteoroloških pojava (ili procesa ili osobenosti vazdušnih masa) u datom momentu. Ono je dakle skup izvesnih vrednosti koje u nekom momentu i na datom mestu daju karakter atmosferskom stanju. Prema tome, *vreme* je pojam koji je potpuno određen i koji se izražava brojnim vrednostima meteoroloških elemenata i simbolima (ili nazivima) meteoroloških pojava, ali koji je dosta promenljiv i nestabilan.

Tako definisano *vreme* uzima se u nekom datom momentu, odnosno u nekom vremenskom razmaku koji obično nije kraći od oko 15 minuta, koliko je potrebno da se izvrši osmatranje svih meteoroloških elemenata i pojava. Na primer: Vreme u 7 časova izjutra 1. februara 1962. godine u Beogradu kod Meteorološke opservatorije okarakterisano je kompleksom svih meteoroloških elemenata i pojava. Međutim, pojam *vremena* često se odnosi i na duži vremenski period kao što su: čas, dan (24 časa), sedmica, dekada, mesec, godišnje doba, vegetacioni period ili fenofaza neke biljke i najzad čak i jedna godina. Kada se npr. kaže da je u okolini Beograda (a takođe i celoj Srbiji) bilo u avgustu, septembru i oktobru 1961. godine suvo vreme sa malo padavina (avgust 25 mm, septembar 9 mm i oktobar samo 2 mm) to ne znači da Beograd sa okolinom ima suvu klimu u ovim mesecima, jer prema dugogodišnjem nizu meteoroloških osmatranja od 1888. do 1959. godine u Beogradu padne prosečno u avgustu 53 mm, u septembru 46 mm i u oktobru 61 mm.

J. Hann (1) definiše *vreme* »samo kao jednu fazu, jedan pojedinačan akt iz redosleda pojava, čiji puni tok iz godine u godinu više ili manje iste vrste obrazuje klimu nekog mesta«.

Kao najvažniji meteorološki elementi i meteorološke pojave koji uslovljavaju i karakterišu *vreme* jesu: *sunčevo zračenje i zemljino izračivanje, vazdušni pritisak, temperatura vazduha, vlažnost vazduha, pravac i brzina vetra*, zatim oblaci, magla, kiša, sneg itd., a takođe optičke i električne pojave u atmosferi.

Prema tome, *vreme* koje se neposredno osmatra karakteriše se složenim kompleksom meteoroloških elemenata i meteoroloških pojava koji se nalaze u tesnoj povezanosti jedni s drugima. Ovom uzajamnom povezanošću i međusobnom zavisnošću uslovljava se ne samo kvantitativni karakter pojedinih meteoroloških elemenata i pojava, nego i kvalitativne promene u koloidnoj sredini, za kakvu se smatra atmosfera (2).

Meteorološki elementi i pojave koji sačinjavaju *vreme*, rezultat su raznih fizičkih procesa na površini zemlje, plitkom sloju zemlje i u atmosferi. Najvažniji faktori za formiranje vremena su: *intenzitet sunčevog zračenja*, *cirkulacija vazduha u atmosferi* i *karakter podloge*. Vremenski uslovi u prizemnim slojevima vazduha imaju neposrednog uticaja na ljude, životinje i biljke.

Klima ili podneblje predstavlja skup vremenskih pojava, odnosno atmosferskih procesa, koji karakterišu srednje fizičko stanje atmosfere bilo iznad nekog mesta, bilo iznad manjeg ili većeg predela zemljine površine.

Srednje fizičko stanje atmosfere dobija se iz dugogodišnjih osmatranja meteoroloških elemenata i meteoroloških pojava, koje treba srediti i statistički obraditi. Na taj način dobiju se za čitav niz godina srednje vrednosti meteoroloških elemenata, a takođe i odstupanja, kako srednja tako i ekstremna, pojedinih elemenata od dobivenih prosečnih vrednosti. Isto tako obradom meteoroloških elemenata i pojava određuje se i njihova učestalost javljanja, što je takođe od velikog značaja pri proučavanju klimatskih karakteristika

Ovde će se navesti definicije *klime* nekih poznatih autora.

E. S. Rubinstein i O. A. Drosdov (3) pod *klimom* nekog mesta podrazumevaju prosek karakterističnih vremenskih procesa, koji su prouzrokovani sunčevim zračenjem, osobinom podloge i atmosferskom cirkulacijom koja je s tim u vezi. Navedeni autori podrazumevaju pod karakterističnim vremenom ne samo one vremenske uslove, koji se u nekoj oblasti najčešće javljaju, već i one ekstremne slučajeve koji se javljaju veoma retko, ali čija pojava može imati velikog uticaja, najčešće negativnog, na živi svet. Ovakvi vremenski ekstremi moraju se posebno istaći pri određivanju podneblja nekog mesta ili predela.

L. Poncelet (4) definiše *klimu* kao promenljivi skup fizičkih, hemijskih i bioloških elemenata, koji uglavnom karakterišu atmosferu nekog mesta, a čije kompleksno dejstvo utiče na život bića koja su njima izložena.

W. Köppen (5) navodi kao definiciju za klimu, da je ona skup atmosferskih uslova koji čine da je neko mesto na zemlji više ili manje pogodno za život ljudi, životinja i biljaka.

K. Keil (6) pod *klimom* podrazumeva skup meteoroloških pojava, koje karakterišu srednje stanje atmosfere na nekom mestu zemljine površine u nekom datom vremenskom periodu.

H. Landsberg (7) daje za *klimu* sličnu definiciju kao i K. Keil i piše da se klima može definisati kao kolektivno stanje zemljine atmosfere u nekom datom mestu u toku nekog perioda vremena. Ova definicija sadrži tri dela. Prvi deo je u vezi sa kolektivnim stanjem zemljine atmosfere. To je razlika od pojedinačnih stanja atmosfere, koji se nazivaju *vremenom*. Drugi deo ove definicije se odnosi na lokalitet o čijim se klimatskim uslovima diskutuje. Taj lokalitet može da označava mali prostor ili zemlju kao celinu. Npr. mravinjak, polje, grad, ostrvo, predeo, kontinent i cela zemlja mogu svako za sebe da imaju svoju specifičnu klimu. Treći deo definicije uzima u obzir faktor vremenskog perioda za koji se klima proučava. Nije dozvoljeno vršiti upoređenje klimatskih karakteristika za dva mesta, ako se ove karakteristike odnose na različite vremenske periode osmatranja.

Obrazovanje klime nekog mesta ili predela se događa takođe pod zajedničkim dejstvom sunčevog zračenja, atmosferske cirkulacije i uslova

podloge. Pošto je *klima* rezultat dugogodišnjeg dejstva ovih faktora, to ona ima karakter izvesne stabilnosti. Veliki uticaj na klimu ima delatnost čoveka, ukoliko ova delatnost menja fizičko svojstvo podloge ili atmosfere, kao što su seča i podizanje šume, sistematsko navodnjavanje zemljišta, zagađivanje vazduha od industrije i slično.

Vreme i klima za poljoprivredu imaju sledeći značaj: *Vreme ima uticaj na kvantitet i kvalitet prinosa kulturnih biljaka u toku jedne godine, dok se na osnovu klimatskih karakteristika vrši rejonizacija kulturnih biljaka i životinja.*

2. PODELA KLIME

Prema prostoru na kome se proučavaju klimatske karakteristike, za potrebe živog sveta na zemlji, ona se može podeliti na *klimu atmosfere* i *klimu zemljišta*.

2.1 KLIMA ATMOSFERE

Klima atmosfere se obično odnosi na vazdušni sloj do oko 10—12 km, tj. do visine na kojoj se pojavljuju oblaci. To je u stvari srednja visina troposfere. Pri proučavanju klime atmosfere uzimaju se u obzir klimatski elemeniti i pojave na zemljinoj površini.

Klima atmosfere može se podeliti na *makroklimu*, *mezoklimu*, *topoklimu* i *mikroklimu*. Postoji izvesna diskusija među stručnjacima šta treba podrazumevati pod kojom od ovih *klima*, tj. koje su i kakve granice između njih. O ovome je i ranije pisano (8), međutim, W. Okolowicz (9) iznosi u jednoj svojoj studiji o ovome problemu svoje gledište o podeli klime, koje je i prema našem mišljenju dobro definisano.

Prema dosad poznatim podacima iz literature, definicije za pojedine vrste klime atmosfere mogu se ovako prikazati:

Makroklima. — Makroklima je klima koja prostorno zahvata veliki prostor nekog geografskog regiona, subregiona ili celog regiona, u granicama sličnih klimatskih struktura i istih klimatskih tipova, kao što su npr. klima prostranih ravnica, klima nekog stepskog područja, klima iznad velikih mora i okeana. Makroklima može biti sastavljena od velikog broja mezoklimatskih tipova, od kojih se jedan tip najviše ističe; npr. klima nekog stepskog regiona, koji je okružen dolinom, ili klima neke morske oblasti sa ostrvima. Ali makroklima može da bude sastavljena i od velikog broja mezoklimatskih tipova, bez naročitog isticanja ma kog od tipova; npr. klima pojedinih planinskih regiona, pojedinih biljnih regiona itd.

Pri proučavanju *makroklime* iskorišćavaju se osmatranja na standardnim meteorološkim stanicama na kojima se vrše osmatranja po standardnim metodima. Dobiveni rezultati su utoliko bolji ukoliko je gušća mreža meteoroloških stanica, i ukoliko su stanice dobro raspoređene.

Mezoklima. — Mezoklima ili lokalna (mesna) klima ograničena je na manju površinu. To je u stvari površina koja je pod istim

klimatskim uticajem, ali koja je ograničena na pojedine izdvojene samostalne geografske jedinice. Npr. klima neke rečne doline, klima iznad nekog jezera ili neke grupe jezera, klima nekog šumskog kompleksa, nekog brda ili grupe brežuljaka, nekog grada i tome slično. Mezoklima nekog ovakvog područja predstavlja komponentu makroklimatskog regiona. Pri proučavanju mezoklime iskorišćavaju se meteorološka osmatranja i merenja kao i za proučavanje makroklime (10). To znači, standardne meteorološke stanice sa standardnim metodima osmatranja, ali ipak sa specifičnom lokacijom meteoroloških stanica prema tipu objekta čija se mezoklima proučava.

T o p o k l i m a. — Ovaj pojam uveo je u naučnu literaturu američki klimatolog Thornthwaite (11). To je klima nekog mesta, nekog malog prostora, koji se u topografiji[1]) još može izdvojiti, kao jedna od komponenata neke samostalne geografske jedinice, kao što su npr.: p a d i n a, d n o d o l i n e, v r h p l a n i n e, n j i v a s a i s t o m v e g e t a c i j o m i slično. Topoklima bi prema Okolowiczu (9) odgovarala nemačkom izrazu »Kleinklima«, tj. k l i m a n a m a l o m p r o s t o r u. Ovakva proučavanja ne dolaze u obzir za otvorena mora. Pri proučavanju topoklime potrebna su meteorološka merenja koja mogu biti delimično standardna, ali dopunjena specijalnim meteorološkim merenjima i osmatranjima. Za ovakva merenja se koriste naročite klimatološke stanice sa specijalnom lokacijom.

M i k r o k l i m a. — Mikroklima je klima na malim objektima ageografske veličine, kao što su npr.: klima lista neke biljke, klima cveta, klima krune drveta, klima busena trave, klima mravinjaka, klima neke pećine, klima u staklenoj leji, klima u skladištu u kome se čuva neka roba, klima u hladnjači, klima u staji sa stokom, živinom ili drugim domaćim životinjama, klima zatvorenih prostorija u kojima žive i rade ljudi, kao što su stanovi, kancelarije, školske učionice, bolnice, fabrička postrojenja, radionice i slično. U najviše slučajeva, naročito kada se radi o otvorenom prostoru, mikroklima se odnosi na prizemni sloj vazduha do 2 metra visine iznad zemljine površine (12). U ovom sloju vazduha se uticaj aktivnog apsorpcijskog sloja, odnosno aktivne zemljine površine najintenzivnije prenosi na atmosferu i obratno. Taj uticaj uslovljava izvesne procese i pojave u ovom tzv. mikroklimatskom sloju. Proučavanja mikroklime ne dolaze u obzir iznad mora. Meteorološka merenja za potrebe izučavanja mikroklime vrše se po specijalnim metodima.

Međutim, u praksi mnogi stručnjaci mezoklimu, topoklimu i mikroklimu nazivaju istim imenom m i k r o k l i m o m.

L. Poncelet (4) je dao orijentacione dimenzije prostorne skale za svaku vrstu klime. Tako makroklima se odnosi na prostor od 100 do 10.000 km, mezoklima na prostor od 1 do 100 km, a mikroklima na prostor od 0 do 1 km. S obzirom da je u podeli klime uveden i pojam topoklime, pomenute dimenzije bi se mogle uglavnom primeniti samo na makroklimu i mezoklimu, dok bi za topoklimu i mikroklimu trebalo uvesti neke druge dimenzije. Po našem mišljenju za topoklimu približne dimenzije bi mogle biti od 100 do 1000 metara u prečniku, a za mikroklimu od 0,1 do 100 metara u prečniku.

[1]) Površine koje se mogu naći na detaljnim topografskim kartama.

2.2 KLIMA ZEMLJIŠTA

Zemljina površina i gornji slojevi zemljišta do dubina, do kojih se oseća dnevno i godišnje kolebanje temperature, igraju veliku ulogu u zagrevanju i hlađenju vazduha iznad zemljišta, u sadržini vodene pare u prizemnom vazduhu, kao i u drugim procesima koji se u vazduhu odigravaju. Otuda površina zemljišta i njegovi gornji slojevi imaju velikog uticaja i na formiranje klimatskih karakteristika iznad nekog mesta ili predela. Iz tih razloga uporedo sa proučavanjem klime atmosfere potrebno je proučavati i klimu zemljišta.

Klima zemljišta prema Šuljginu (13) ima dosta zajedničkog sa klimom atmosfere, ali ona ima i svoje specifičnosti, naročito u pogledu svog formiranja. Ona se formira u zemljištu koje predstavlja bio-organo-mineralni sistem, koji ima svoje zakone razvića. Dok atmosfera može biti manje ili više homogena u svom sastavu na većim prostranstvima iznad zemlje, dotle zemljište može da bude različito po svome sastavu i drugim osobinama na dosta malom prostoru. Iz tog razloga i fizičke pojave koje se odigravaju u zemljištu su drugačijeg karaktera od pojava u atmosferi. Sem toga, na klimu zemljišta utiču: prirodni pokrivač vegetacije ili snega, sistem korenja biljaka, ostaci vegetacije, mikroorganizmi i drugi živi svet u zemljištu. Najzad, na klimu zemljišta može takođe da utiče i delatnost čoveka, npr. podizanjem vegetacionog pokrivača, agrotehničkom obradom zemljišta, melioracionim merama, podizanjem raznih objekata i slično.

3. KLIMATSKI ELEMENTI

Postoje različita mišljenja o tome šta treba tretirati kao klimatske elemente. Ovo zavisi od toga za kakve se svrhe koriste klimatska istraživanja, tj. da li su u pitanju elementi klimatologije ili neke od specijalnih klimatologija (vidi član 5.).

Uglavnom k l i m a t s k i e l e m e n t i se mogu podeliti u četiri vrste, i to: kosmički, telurski, geološki i meteorološki.

K o s m i č k i e l e m e n t i su: zračenje sunca i neba.

T e l u r s k i e l e m e n t i su:
— veličina radijacije (izračivanje zemlje) i protivzračenje atmosfere;
— količina radioaktivne emanacije (radioaktivitet);
— sadržina prašine i drugih čestica u vazduhu.

G e o l o š k i e l e m e n t i su:
— propustljivost zemlje za sunčevo i nebesko zračenje;
— provodljivost zemlje za temperaturu i toplotu.

M e t e o r o l o š k i e l e m e n t i su:
— temperatura zemlje i vazduha;
— vazdušni pritisak;
— vlažnost vazduha i zemljišta i isparavanje;
— oblačnost i dužina trajanja sunčeva sjaja;
— padavine i snežni pokrivač (visina i dužina trajanja);
— vetar (pravac i brzina);
— elektricitet u vazduhu.

Kada se meteorološki i drugi, napred navedeni, elementi (bilo da su osmotreni ili izmereni) srede za duži niz godina i izračunaju njihove srednje vrednosti za izvesne vremenske razmake (dan, mesec, godina itd.) dobiju se takozvani klimatski elementi.

Ako se klima zemljišta proučava odvojeno od klime atmosfere, onda u klimatske elemente klime zemljišta spadaju: temperatura zemljišta, vlažnost zemljišta, vazdušni pritisak u porama zemljišta, intenzitet svetlosti koja prodire u pore zemljišta. Kao glavni i osnovni klimatski elementi kod klime zemljišta su temperatura zemljišta i vlažnost zemljišta. U ovom udžbeniku prikazaće se klimatski elementi za klimu atmosfere i klimu zemljišta.

4. KLIMATSKI FAKTORI ILI ČINIOCI

Na karakter klimatskih elemenata utiču tzv. klimatski faktori. Prema tome, od klimatskih faktora zavisiće i klima atmosfere nekoga mesta ili kraja. Klimatski faktori se mogu podeliti na: astronomske, geografske i meteorološke.

Astronomski klimatski faktori su:

— zemljina rotacija i revolucija, odnosno promene ugla pod kojim sunčevi zraci padaju na određeni uporednik u toku dana i godine.

Geografski klimatski faktori su:

— geografska širina;
— opšti raspored kopna i vode;
— nadmorska visina;
— reljef zemljišta (nagnutost prema sunčevim zracima);
— vrsta podloge (voda, sneg, led, stenje, pesak, glina, crnica itd.);
— vegetacioni pokrivač (šuma, livada, golo polje, stepa itd.);
— delatnost čoveka (izmena biljnog zemljinog pokrivača, podizanje šumskih pojaseva, podizanje većih gradova, meliorativna izgrađivanja itd.).

Meteorološki klimatski faktori su:

— osobine atmosferske cirkulacije (vetrovi iz raznih pravaca), a takođe smena i transformacija vazdušnih masa;
— osobine atmosfere (sadržina vodene pare, ugljen-dioksida, ozona, raznih sitnih čestica, bakterija i drugih);
— oblačnost i padavine (koje izazivaju neke promene kod temperature).

Klimatski faktori za klimu zemljišta su: klima atmosfere iznad dotičnog mesta ili predela; sastav, struktura i boja zemljišta; biljni, snežni i drugi pokrivač; delatnost čoveka; reljef zemljišta i nadmorska visina; visina podzemnih i površinskih voda; blizina reka, bazena, sistema za navodnjavanje ili odvodnjavanje.

Klimatski faktori predstavljaju tzv. klimatske modifikatore i o njima će biti reči docnije (vidi čl. 21).

5. POJAM KLIMATOLOGIJE

Klimatologija je nauka koja izučava uslove pod kojima se obrazuje klima nekog mesta ili predela. Ona ima zadatak da nas upozna sa prosečnim stanjem meteoroloških elemenata i meteoroloških pojava u raznim mestima i krajevima. Klimatologija takođe proučava i srednja i ekstremna odstupanja od prosečnog stanja u atmosferi, koja nastanu u izvesnom razdoblju na nekom mestu, bilo zbog prirodnih procesa na zemlji i u atmosferi, bilo zbog delatnosti čoveka. Ona je po svojoj prirodi više opisna nauka i ima zadatak da pruži što je moguće življu sliku zajedničkog dejstva svih atmosferskih pojava iznad nekog mesta ili predela na zemlji, i zbog toga sadrži veliki broj numeričkih podataka, raznih karata sa izolinijama i grafikona. Taj deo klimatologije se naziva klimatografijom. Inače, ona je delimično i teoretska nauka, kao i meteorologija, ukoliko se bavi proučavanjem uzroka klimatskih osobenosti. Ipak klimatologija u celini ima dosta veliki praktičan značaj, i njeni se podaci iskorišćavaju u mnogim drugim granama, kao što su: privreda, građevinarstvo, narodno zdravlje, turizam itd. Ona je u tesnoj vezi sa geografijom, hidrologijom, biologijom, ekologijom, pedologijom i drugim disciplinama.

Klimatologija se uglavnom može podeliti na opštu klimatologiju i specijalne klimatologije.

Opšta klimatologija nas uči šta je uzrok da su prosečna stanja atmosferskih pojava na raznim mestima različita i kakve su vrste i značaja ti uzroci. U opštoj klimatologiji se ispituje na koji način pojedini klimatski činioci modifikuju meteorološke elemente. Prema tome, ona je nauka o klimatskim oblicima raznih krajeva na zemlji ili ona je morfologija atmosfere.

U specijalne klimatologije spadaju: agroklimatologija, šumarska klimatologija, transportna klimatologija, bioklimatologija, medicinska klimatologija, industrijska klimatologija, turistička klimatologija itd. U specijalnim klimatologijama proučavaju se izvesni delovi koji pripadaju opštoj klimatologiji, a koji su od važnosti za dotičnu specijalnu klimatologiju. Sem toga, proučavaju se još i specifični klimatski elementi i klimatske karakteristike, koje su bitne za dotičnu specijalnu klimatologiju.

Sem napred navedenih klimatologija mogu se još navesti i sledeće: kompleksna klimatologija, sinoptička klimatologija, dinamička klimatologija i mikroklimatologija.

Kompleksna klimatologija (14) predstavlja jedan poseban deo klimatologije. Ona se bazira na metodu izučavanja klime pomoću određivanja istih tipova vremena. Ovi tipovi vremena karakterišu se određenim povezanim meteorološkim elementima.

Sinoptička klimatologija (15) proučava opštu cirkulaciju vazdušnih masa u atmosferi i uticaj ove cirkulacije na podneblje nekog mesta ili neke oblasti. Pod opštom cirkulacijom ovde se podrazumevaju tri procesa u atmosferi: 1. horizontalni prenos vazdušnih masa (toplih i hladnih), 2. njihova transformacija iznad kopna ili mora i 3. obrazovanje vazdušnih frontova između hladnih i toplih vazdušnih masa. Prilikom proučavanja ovih procesa uzimaju se u obzir osobine vazdušnih masa i šeme strujanja. Ova se proučavanja obično vrše iz vremenskih (sinoptičkih) karata.

Dinamička klimatologija se pojavila poslednjih godina i ima sličnosti sa sinoptičkom klimatologijom. Ona takođe proučava strujanje vazdušnih masa u atmosferi, i na osnovu karaktera tog strujanja objašnjava izvesne osnovne faktore klime.

Mikroklimatologija je nauka koja proučava mikroklimu. U stručnoj literaturi je u mnogim slučajevima mikroklimatologija jedan deo opšte klimatologije. Pri ovakvom rasporedu, kao što je napred rečeno, mnogi autori pod nazivom mikroklime tretiraju sve vrste od mezoklime do mikroklime. Pošto je mikroklimatologija veoma važna za

poljoprivredu, o čemu će biti kasnije govora, to će se ovde izneti još neki podaci o razvoju i značaju mikroklimatologije.

Mikroklimatologija se najpre i najviše razvila u Nemačkoj. U prenaseljenim oblastima potreba za maksimalnim iskorišćavanjem svakog najmanjeg prostora dala je povoda za izučavanje mikroklime. Takav problem se danas takođe postavlja i u našoj zemlji, iako nismo prenaseljena zemlja, ali želimo da u punoj meri iskoristimo svaki deo plodnog zemljišta.

Nemački botaničar Gregor Kraus bio je prvi naučni radnik koji se bavio mikroklimatskim proučavanjima. Naša Meteorološka opservatorija u Beogradu spada u zaslužne ustanove na polju mikroklimatologije. Profesor Milan Nedeljković, bivši upravnik Opservatorije, započeo je mikroklimatska merenja početkom ovog veka, a kasnije je to nastavio profesor dr Pavle Vujević. Prema tome, i ova naša dva uvažena profesora spadaju među pionire mikroklimatologije u svetu.

Mikroklimatologija je nauka novijeg datuma koja je u velikoj meri povezana s mnogim drugim srodnim naukama. Potrebe baš tih srodnih nauka su imale velikog značaja za razvoj i unapređenje mikroklimatologije. Za mikroklimatske podatke se interesuju botaničari, zatim poljoprivrednici, šumari, zoolozi, medicinari, geografi i drugi. Tehnika i saobraćaj se takođe vrlo često susreću sa problemima klimatskih osobenosti na malom prostoru.

II

POJEDINI KLIMATSKI ELEMENTI

KOSMIČKI I TELURSKI ELEMENTI

6. ZRAČENJE SUNCA I NEBA

— Kratkotalasno zračenje —

Direktni sunčevi zraci padaju na zemljinu površinu pri vedrom vremenu, tj. pri nesmetanom sijanju sunca. Sem direktnog sunčevog zračenja na zemljinu površinu padaju i difuzni sunčevi zraci. Ovo difuzno zračenje nastaje usled difuzne refleksije direktnog sunčevog zračenja pri njegovom prolazu kroz atmosferu. Jedan deo tog difuzno-reflektovanog zračenja dolazi do zemljine površine. Difuzno zračenje koje pada na zemljinu površinu naziva se »nebeskim« zračenjem, i ono je iste kakvoće kao i direktno sunčevo zračenje.

Zbir direktnog sunčevog zračenja (S) i difuznog odnosno nebeskog zračenja (D) predstavlja tzv. globalno zračenje ($G=S+D$) koje pada na horizontalnu zemljnu površinu. Izvestan deo ovog zračenja (R) se reflektuje sa zemljine površine nazad u atmosferu. Celokupno ovo zračenje je kratkotalasno čija se talasna dužina nalazi između 0,28 do 3 μm (16). Bilans kratkotalasnog zračenja (Q_k) ravan je

$$Q_k=S+D-R \text{ odnosno}$$

$$Q_k=G-aG$$

gde je a — albedo.

Između direktnog i difuznog (nebeskog) zračenja postoji izvesna razlika u pogledu pravca padanja zrakova na horizontalnu zemljinu površinu. Dok su direktni sunčevi zraci jednostavno upravljeni od sunca prema nekoj horizontalnoj površini (1 m^2), dotle su difuzni zraci upravljeni sa svih strana nebeskog svoda prema toj istoj površini; zato su pravci i upadni uglovi difuznih zrakova različiti.

6.1 DIREKTNO SUNČEVO ZRAČENJE

Ovde će biti prikazane izvesne vrednosti direktnog sunčevog zračenja, koje imaju značaja za poljoprivredu. U tablici 1. prikazane su dnevne sume direktnog sunčevog zračenja za razne geografske širine pri vedrom nebu na horizontalnu površinu (16). Ove vrednosti odnose se na srednji dan u svakom mesecu. Kao srednji dan uzet je u ovoj tablici 15-ti dan u mesecu, bez obzira da li mesec ima 30 ili 31 dan.

Tablica 1. Srednje dnevne sume direktnog sunčevog zračenja u kilodžulima na horizontalnu površinu od 1 m² pri vedrom nebu (prema Perlu)

Severna geografska širina	0°	15°	30°	45°	50°	60°	75°
Mart	22190	22818	20180	15365	12979	10048	3559
Jun	20306	23739	26167	26167	24492	26251	26670
Septembar	23027	22609	20515	17375	14654	12351	6490
Decembar	19887	16747	11304	5443	2303	126	0

Kao što se iz tablice 1. vidi, na našim geografskim širinama (45°) dnevna suma direktnog sunčevog zračenja je pred letnji solsticijum skoro 5 puta veća nego pred zimski solsticijum, dok je dnevna suma zračenja pred jesenju ravnodnevicu za 2010 kJ veća od dnevne sume zračenja pred prolećnu ravnodnevicu. Brojne vrednosti iz tablice 1. odnose se, pored vedrog neba, još i na ravan teren kod koga je horizont slobodan. Osim toga, ovde ni zamućenost vazduha nije uzeta u obzir. Međutim, u industrijskim predelima i velikim gradovima vazduh može biti veoma zamućen, pa je intenzitet direktnog sunčevog zračenja za 20-25% manji nego u predelima gde je vazduh čist.

Ako se uzme u obzir stvarna srednja oblačnost, po pojedinim geografskim širinama, određena prema dugogodišnjim meteorološkim osmatranjima, onda će dnevne sume direktnog sunčevog zračenja imati drugačije vrednosti. Takve vrednosti prikazane su u tablici 2. (16).

Tablica 2. Dnevne sume direktnog sunčevog zračenja u kilodžulima na horizontalnu površinu od 1 m² u ravnici pri stvarnoj srednoj oblačnosti

Severna geografska širina	0–10°	10–20°	20–30°	30–40°	40–50°	50–60°	60–70°	70–80°
Zima	10132	11890	10048	5150	2596	1465	(335)	–
Proleće i jesen	10467	12895	13188	10886	7536	5192	3308	1842
Leto	8457	9211	14444	16831	12560	9420	8374	6280

Srednja dnevna suma direktnog sunčevog zračenja je, prema podacima iz tablice 2, u toku leta takođe 5 puta veća nego u toku zime, i pri stvarnoj srednjoj oblačnosti. Ovo se odnosi na naše geografske širine od 40—50°.

6.2 DIFUZNO (NEBESKO) ZRAČENJE

Difuzno zračenje sastavljeno je od zračnog spektra, čije se talasne dužine nalaze u granicama spektra direktnog sunčevog zračenja. Toplotni efekat, koji proizvodi ovo zračenje, znatno je manji od toplotnog efekta direktnog sunčevog zračenja. Difuzna svetlost sadrži dosta hemijski aktivnih zrakova, tj. plavih, ljubičastih i ultraljubičastih. Ovo zračenje ima velikog značaja u polarnim predelima, gde iznosi 75% od ukupnog godišnjeg zračenja (3). Na geografskoj širini 68° ultraljubičasto zračenje je dva puta veće, nego na 47—54° geogr. širine, pri istoj visini sunca nad horizontom (15).

Uticaji oblačnosti i nadmorske visine na dnevne sume difuznog zračenja mogu se videti iz brojnih vrednosti prikazanih u tablici 3. (16).

Tablica 3. Dnevne sume difuznog (nebeskog) zračenja u kilodžulima na horizontalnu površinu od 1 m², pri različitoj oblačnosti

Nadmorska visina	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Oblačnost 0/10												
200 m	1340	1842	2596	3349	3894	4145	3977	3601	2805	2177	1507	1214
1000 m	1172	1633	2261	2931	3349	3559	3517	3098	2512	1884	1381	1047
Oblačnost 2/10												
200 m	1800	2721	4103	5652	7076	7369	7327	5861	4396	3349	1884	1549
1000 m	1717	2638	3852	5024	6154	6448	6029	5066	3852	2889	1884	1465
Oblačnost 4/10												
200 m	2261	3433	4857	6699	9002	9420	8876	7369	5443	3852	2261	1800
1000 m	2261	3642	5108	6699	8625	8960	8332	6824	5150	3768	2386	1884
Oblačnost 6/10												
200 m	2386	3684	5443	7285	10467	10927	10425	8457	6280	4270	2554	1968
1000 m	2763	4354	6113	8080	10718	10802	10132	8415	6238	4438	2847	2135
Oblačnost 8/10												
200 m	2177	3559	5150	7118	9965	10467	9839	7955	5652	4019	2428	1758
1000 m	2931	4689	6490	8499	10718	11221	10383	8918	6531	4940	3098	2344
Oblačnost 10/10												
200 m	1675	2386	3517	4731	6196	6490	6113	5024	3684	2721	1675	1256
1000 m	2428	3559	5024	6615	8374	8583	7871	6490	4773	3475	2177	1507

Dnevna suma difuznog zracenja na visini 200 m raste, prema podacima iz tablice 3., sa porastom oblačnosti, ali samo do oblačnosti 6/10, kada dostigne maksimum, a zatim opada. Ipak dnevna suma ovog zra-

čenja je pri potpuno oblačnom danu (10/10) veća nego pri potpuno vedrom. Dnevna suma difuznog zračenja na visini 1000 m takođe raste sa porastom oblačnosti, ali je maksimum kod oblačnosti 8/10, a zatim dnevna suma ovog zračenja opada. I na visini 1000 m dnevna suma difuznog zračenja je oko 2 puta veća pri potpuno oblačnom danu nego pri potpuno vedrom.

Zavisnost dnevne sume difuznog zračenja od nadmorske visine nije linearna pri raznim stepenima oblačnosti. Tako npr. prema podacima iz tablice 3, maksimalna dnevna suma difuznog zračenja je pri vedrom danu na 200 m, a zatim opada sa visinom. To isto važi i za oblačnost 2/10. Međutim, pri oblačnosti od 4/10 i 6/10 maksimalna dnevna suma difuznog zračenja je u nekim mesecima na visini 1000 m, a u nekim na visini 200 m. Ukoliko je oblačnost veća od 6/10 utoliko je maksimum dnevne sume difuznog zračenja na većoj visini.

6.3 GLOBALNO ZRAČENJE

Za poljoprivredu je od najvećeg značaja **g l o b a l n o z r a č e n j e**, koje predstavlja sumu direktnog sunčevog zračenja i difuznog (nebeskog) zračenja. U tablici 4. prikazane su brojne vrednosti globalnog zračenja za razne geografske širine u ravnici, pri vedrom danu (oblačnost 0/10) i pri stvarnoj oblačnosti (*i*/10) prema dugogodišnjim vrednostima (16).

Tablica 4. Dnevne sume globalnog zračenja u kilodžulima na horizontalnu površinu od 1 m² u ravnici pri vedrom nebu /0/10/ i pri stvarnoj srednjoj oblačnosti /i/10/

Geografska širina	0–10°	10–20°	20–30°	30–40°	40–50°	50–60°	60–70°	70–80°
	Z i m a (Januar)							
0/10	24325	22064	18087	13356	8248	4899	/1089/	—
i/10	20013	19427	16915	10844	6615	3642	/879/	—
	Mart i septembar (srednja vrednost)							
0/10	28177	27549	25372	22860	19510	15575	11388	5945
i/10	21604	22776	21562	18548	14654	11304	8080	4940
	L e t o (Jul)							
0/10	27089	29308	30940	31401	30229	29391	29768	30145
i/10	20390	21436	25665	27088	23655	20515	19678	18003

Kao što se iz tablice 4. vidi, globalno zračenje je u sva četiri godišnja doba veće pri vedrom nego pri oblačnom vremenu. Sa porastom geografske širine globalno zračenje opada u toku zime, proleća i jeseni, ali samo pri vedrom nebu. Pri stvarnoj srednjoj oblačnosti globalno zračenje ima maksimalnu vrednost u proleće i jesen između 10 i 20° geografske širine, a minimalnu između 70 i 80°. U toku leta maksimalna dnevna suma glo-

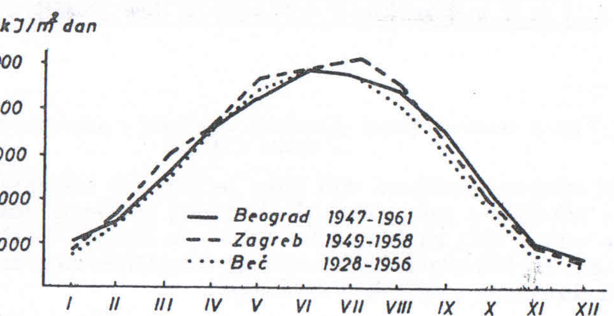
balnog zračenja je između 30 i 40°, kako pri potpuno vedrom vremenu, tako i pri stvarnoj oblačnosti.

U tablici 5. prikazane su dnevne sume globalnog zračenja za Beograd, Zagreb (17) i Beč (18), pri stvarnoj postojećoj oblačnosti. Globalno zračenje u Beogradu i Zagrebu dobiveno je merenjem bimetalnim aktinografom od Robitzscha.

Tablica 5. Dnevne sume globalnog zračenja u kilodžulima na horizontalnu površinu od 1 m² u Beogradu, Zagrebu i Beču

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Beograd—Meteorološka opservatorija, sev. šir. 44° 48′, nadm. vis. 132 m, period 1947-1961.											
	3894	6071	10006	14402	17333	19385	19134	17626	13942	8583	4061	2763
	Zagreb—Grič, sev. šir. 45° 49′, nadm. vis. 163 m, period 1949-1958.											
	3308	6406	11430	14319	18715	19762	20599	18715	13356	7662	3642	2386
	Beč – Hohe Warte, sev. šir. 48° 15′, nadm. vis. 203 m, period 1938-1956.											
	2847	5694	9337	13942	17459	19259	19175	16538	12267	6824	2889	2052

Iako su vrednosti u tablici 5. dobivene za različite vremenske periode, mi ćemo ih ipak predstaviti na grafikonu sl. 1, te ćemo tako dobiti približno upoređenje dnevne sume globalnog zračenja za Beograd, Zagreb i Beč, koji se razlikuju po geografskim širinama, ali sva tri mesta



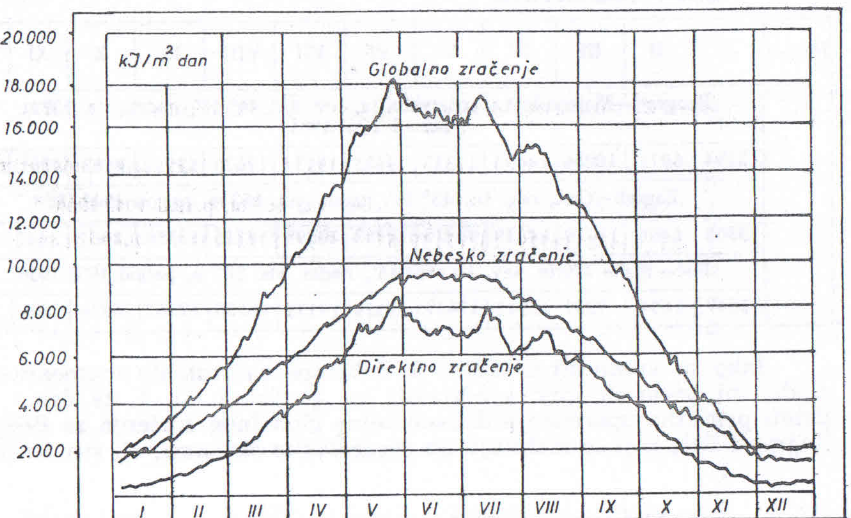
Sl. 1. Godišnji tokovi srednjih dnevnih suma globalnog zračenja, u kJ/m² horizontalne površine

se uglavnom nalaze na obodu Panonskog basena, te im se uslovi oblačnosti ne razlikuju mnogo.

Kao što se na slici 1. vidi, godišnji tokovi za Beograd i Beč se veoma dobro slažu, naročito u prvih 7 meseci. Iz odnosa krivih za Beograd i Beč se jasno vidi uticaj geografske širine. Beč se nalazi za 3° i 27′ severnije od Beograda, pa su zato dnevne sume globalnog zračenja u Beču uglavnom manje nego u Beogradu. Maksimalna dnevna suma globalnog zračenja je u Beogradu i Beču u junu, kada je letnji solsticijum, a minimalna u decembru, kada je zimski solsticijum. Sem toga, decembarski minimum je u vezi i sa najvećom oblačnošću u ovom mesecu. Godišnji

tok globalnog zračenja u Zagrebu je nešto asimetričan, što je svakako posledica kraćeg perioda od 10 godina za koji su podaci prikazani.

Da bi se video odnos između globalnog, direktnog i nebeskog zračenja, na slici 2. prikazane su ove vrednosti za Ukkle u Belgiji za period 1901—1930. na horizontalnu površinu (18a).



Sl. 2. Godišnji tokovi globalnog, direktnog i nebeskog zračenja u Ukkle u Belgiji

Iz ovog se grafikona vidi kako je nebesko zračenje preko cele godine, a naročito u julu, veće od direktnog sunčevog zračenja. Naravno, ovakav odnos važi za klimatske uslove u Belgiji. U drugim delovima sveta, gde su klimatske karakteristike drugačije, biće drugačiji i odnosi između direktnog i nebeskog zračenja.

Tablica 6. Dnevne sume globalnog zračenja na različito orijentisanim vertikalnim površinama u Beču u kJ/m² (prema Dirmhirnu i Saubereru 1957)

Strana sveta \ Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Jug	3349	4857	7118	7662	8206	7871	7955	8457	8122	6406	3684	2261
SE ili *SW*	2721	4019	6196	7411	8667	8667	8792	8667	7369	5317	3098	1926
E ili *W*	1758	2596	4480	6448	8206	8625	8541	7620	5568	3601	2177	1298
NE ili *NW*	1256	1675	2763	4438	6029	6699	6448	4857	3349	2093	1633	963
Sever	1172	1549	2177	3098	4061	4773	4312	3224	2261	1842	1549	921

Dnevne sume globalnog zračenja na vertikalnim površinama koje su različito orijentisane u Beču prikazane su u tablici 6, a pri stvarnoj prosečnoj oblačnosti.

7. IZRAČIVANJE ZEMLJE I PROTIVZRAČENJE ATMOSFERE

— Dugotalasno zračenje —

Ovo zračenje nema nikakvog neposrednog značaja za fiziologiju biljaka. Ali u toplotnom prometu ovo zračenje igra veoma važnu ulogu, i zato posrednim putem deluje na biljke. Bilans dugotalasnog zračenja (Q_1) sa neke površine može se odrediti pomoću jednačine:

$$Q_1 = A - rA - E \quad \text{odnosno} \quad Q_1 = A(1 - r) - E$$

u kojoj su: A — protivzračenje atmosfere, r — refleksija protivzračenja (A) sa date površine i E — izračivanje sa date površine. Ako se pod datom površinom uzme zemljina površina, onda (E) predstavlja izračivanje sa površine zemlje.

7.1 IZRAČIVANJE ZEMLJE

Pod zemljinom površinom podrazumeva se površina kopna ili vode. Izračivanje (E) sa ovakve površine može se odrediti pomoću jednačine:

$$E = \sigma \varepsilon T^4$$

u kojoj je T — apsolutna temperatura površine, ε — emisiona moć ($0 < \varepsilon \leq 1$), koja je za idealno crno telo ravna 1, i σ — predstavlja stalan koeficijent ($\sigma = 56{,}6961 \cdot 10^{-9}$ W/m² K⁴).Emisiona konstanta (ε) prikazana je u tablici 7.

Tablica 7. Emisiona konstanta ε (prema Falckenbergu 1928)

Vrste površine	Emisione konstante
Svetao pesak	0,89
Krečnjak, svetao	0,92
Šljunak, krupan	0,92
Lišće biljaka	0,96
Zemljište sa travnim busenjem	0,98
Jelova četina	0,96
Voda	0,96
Sneg	0,996

Izračivanje sa zemljine površine je u velikoj zavisnosti od dnevnog toka temperature dotične površine. To je dugotalasno zračenje u spektralnom intervalu od 4 do 40 μm sa maksimumom pri talasnoj dužini oko 10 μm (19).

7.2 PROTIVZRAČENJE ATMOSFERE

Atmosfera apsorbuje neke zrake određenih talasnih dužina sunčevog zračenja, a takođe u velikoj meri apsorbuje i tamne dugotalasne zrake koje otpušta zemljina površina. Izvesnu količinu toplote atmosfera dobija još i prenošenjem toplote od zemljine površine u atmosferu. Usled toga atmosfera se zagreva, i kao zagrejano telo zrači izvesnu količinu tamnog dugotalasnog zračenja kako prema zemljinoj površini tako i u bezvazdušni prostor. Dugotalasno tamno zračenje atmosfere prema zemlji naziva se p r o t i v z r a č e n j e a t m o s f e r e. Talasne dužine ovog zračenja su između 8 i 13 μm (16). U tablici 8. prikazane su dnevne sume protivzračenja atmosfere pri različitoj oblačnosti i na različitim nadmorskim visinama.

Tablica 8. Dnevne sume protivzračenja atmosfere u Istočnim Alpima, u kJ/m^2 /prema Saubereru 1954/.

Nadmorska visina u m	Januar	Mart	Maj	Jul	Septembar	Novembar
			O b l a č n o s t 0/10			
200	18841	19594	26251	28847	26418	21395
1000	17584	19510	23907	26419	24702	19804
2000	16538	17291	20976	23865	22190	18003
			O b l a č n o s t 4/10			
200	20515	23069	27800	30145	28052	23362
1000	19385	21436	25581	28386	26419	21646
2000	18254	19050	22944	25832	24158	19845
			O b l a č n o s t 8/10			
200	23320	25665	30522	33076	30605	26167
1000	21394	24367	28512	31024	29308	24576
2000	20934	21813	25874	27130	27047	22525
			O b l a č n o s t 10/10			
200	25121	27717	32280	34750	32490	28052
1000	24158	26502	30647	33159	31401	26502
2000	23027	23990	27968	30899	28931	24786

Dnevna suma protivzračenja atmosfere opada sa porastom nadmorske visine, prema vrednostima iz tablice 8. Međutim, ova suma raste sa porastom oblačnosti. Najmanja dnevna suma je u januaru a najveća u julu, što znači, da godišnji tok dnevne sume protivzračenja atmosfere stoji u pravom odnosu sa godišnjim tokom temperature vazduha i godišnjim tokom apsolutne vlage. U tablici 9. prikazan je dnevni tok intenziteta protivzračenja atmosfere za Beč za period 1931—1940. godine na horizontalu površinu.

Tablica 9. Dnevni tok protivzračenja atmosfere u Beču u W/m^2

časovi	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Januar	154,8	154,8	154,3	154,3	155,3	158,3	159,8	158,8	157,8	156,8	156,3	155,3
Jul	229,0	227,5	229,0	236,0	241,9	245,9	247,9	248,4	246,9	241,4	235,5	232,0

Kao što se iz tablice 9. vidi, u januaru je najmanji intenzitet protivzračenja atmosfere između 6 i 8 časova a najveći oko 14 časova. U julu je najmanji intenzitet oko 4 časa a najveći oko 16 časova. Iz ovih podataka se vidi zavisnost protivzračenja atmosfere od temperature vazduha i apsolutne vlage u toku dana.

7.3 EFEKTIVNO IZRAČIVANJE

Efektivno izračivanje sa zemljine površine predstavlja razliku između ukupnog izračivanja sa zemljine površine i protivzračenja atmosfere. Efektivno izračivanje je veoma značajno pri rešavanju izvesnih problema, kao što su izučavanje toplotnog bilansa zemljine površine i toplotnog režima nižih slojeva atmosfere.

Za potpuno crno telo ukupno izračivanje sa njegove površine zavisi, kao što je poznato, od temperature dotične površine (Stefan-Boltzmannov zakon). Kada se uzmu u obzir različite temperature (t) onda ukupno izračivanje (Q) iznosi:

t u C°	—40	—30	—20	—10	0	10	20	30
Q u $\frac{W}{m^2}$	170.3	201.0	236.6	275,6	320,3	369,8	425,0	485,7

Ukupno izračivanje sa zemljine površine je nešto manje od napred navedenih vrednosti iz razloga što zemljina površina nije potpuno crno telo. Prema nekim autorima (3) ukupno izračivanje sa različitih površina iznosi u % od ukupnog izračivanja sa potpuno crnog tela:

Suvi pesak	95%	Jelovo lišće	97%
Vlažni pesak	96%	Novopali sneg	97%
Suvo mineralno zemljište	95%	Prljavi sneg	97%
Vlažno mineralno zemljište	97%	Voda	95%
Suvi treset	97%	Trava (busen)	98%
Vlažni treset	98%		

Prema napred iznetim vrednostima vidi se da ukupno izračivanje za temperature do – 40 do 30° varira od 170,3 – 485,7 $\frac{W}{m^2}$. Međutim, efektivno izračivanje u ovim temperaturskim granicama ne prelazi 140 W/m^2

8. UKUPNI ZRAČNI BILANS

U k u p n i z r a č n i b i l a n s predstavlja razliku između ukupne zračne energije koju neka površina prima i ukupne zračne energije

koju ta površina izdaje. Ukupni zračni bilans (Q) za zemljinu površinu može se odrediti pomoću formule:

$$Q = S + D - R + A - rA - E$$

u kojoj su: S — direktno sunčevo zračenje; D — difuzno (nebesko) zračenje; R — reflektovani deo sunčevog i difuznog (nebeskog) zračenja sa zemljine površine; A — protivzračenje atmosfere; rA — reflektovani deo protivzračenja atmosfere; i E — izračivanje sa zemljine površine.

Ako se ukupni zračni bilans razdvoji na kratkotalasni (Q_k) i dugotalasni bilans (Q_l) zračenja, onda se dobiju dve jednačine:

$$Q_k = S + D - R \quad \text{i} \quad Q_l = A - rA - E$$

ili kako je to već ranije prikazano

$$Q_k = G - R = G - aG$$

i

$$Q_l = A - rA - E = A(1 - r) - E$$

u kojima su G=S+D globalno zračenje; a — albedo globalnog zračenja. Prema tome, u k u p n i z r a č n i b i l a n s (ili ukratko z r a č n i b i l a n s) na površini zemlje predstavlja zbir pozitivnog kratkotalasnog (Q_k) i većinom negativnog dugotalasnog zračnog bilansa (Q_l). Zračni bilans neke površine zavisi:

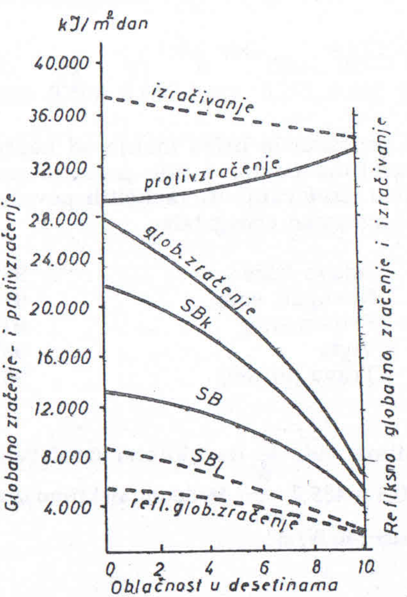
1. — Od globalnog zračenja i protivzračenja (stepen zamućenosti atmosfere, oblačnost, nadmorska visina, temperatura vazduha, apsolutna vlaga, visina sunca iznad horizonta);

2. — Od orografskog položaja (zaklanjanje horizonta, ekspozicija i nagib zemljišta);

3. — Od vrste i stanja površine zemljišta (albedo, moć izračivanja, temperatura na površini zemljišta).

Zbir dugotalasnog protivzračenja (A) i zemljinog izračivanja (E) ima većinom veće vrednosti od globalnog zračenja (G). Na slici 3. predstavljene su komponente zračnog bilansa na čvrstom zemljištu na 200 m nadmorske visine za mesec jul pri različitoj oblačnosti (18, sl. 18).

Uticaj oblačnosti na globalno zračenje je veći od uticaja oblačnosti na protivzračenje u suprotnom smislu. Prema tome, bilans zračenja opada sa porastom oblačnosti, kako pozitivan u toku dana tako i negativan posle zalaska sunca tj., dobija manje vrednosti pri porastu oblačnosti.



Sl. 3. Komponente zračnog bilansa gole zemljine površine na 200 m nadmorske visine u julu pri različitoj oblačnosti: SB_k=kratkotalasni bilans; SB=bilans zračenja; SB_l=dugotalasni bilans

9. SVETLOST OD SUNCA I NEBA

— Globalna svetlost —

S v e t l o s t predstavlja jedan deo spektra koji se može videti ljudskim okom. Ovaj deo leži u granicama oko 0,36 do 0,76 μm. Zračenje sa manjim talasnim dužinama od 0,36 μm naziva se u l t r a l j u b i č a s t o dok se zračenje sa većim talasnim dužinama od 0,76 μm naziva i n f r a c r v e n o zračenje. Ultraljubičasti deo sunčevog spektra, prema količini energije, u praksi je beznačajan, dok infracrveni ipak nije. U zavisnosti od visine sunca iznad horizonta, nevidljivo infracrveno zračenje predstavlja 40 – 70 % od sunčevog zračenja.

Analogno globalnom zračenju može se govoriti i o globalnom osvetljenju na horizontalnu površinu. To je u stvari zbir sunčevog i nebeskog osvetljenja. Zbog nedostatka posebnih merenja sunčeve i nebeske svetlosti, u praksi se sada najviše i tretira globalna svetlost.

Prema izvesnim teoretskim postavkama neki autori smatraju (20), da je na gornjoj granici atmosfere verovatna jačina svetlosti od 140.000 lx (luksa). Ovde se radi isključivo o dejstvu direktnog sunčevog zračenja. Pošto svetlost takođe oslabi pri prolazu kroz atmosferu, to do zemljine površine dostiže oko 88.000 lx (pri vedrom nebu).

Intenzitet globalne svetlosti zavisi od: visine sunca iznad horizonta, nadmorske visine, oblačnosti, reljefa zemljišta (zaklanjanje horizonta) i zamućenosti atmosfere. Kada se obrade dugogodišnji podaci o intenzitetu i rasporedu svetlosti za neko mesto ili oblast dobije se tzv. *svetlosna klima*.

U tablici 10. prikazane su vrednosti sunčeve, nebeske i globalne svetlosti za različite visine sunca (16).

Tablica 10. Osmotrena svetlost na horizontalnu površinu pri vedrom nebu u kiloluxima (prema Siedentopfu i Reegeru 1944.)

Visina sunca	5°	10°	15°	20°	25°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Sunce	1,1	6,8	15,1	24,6	34,6	44,5	63,2	79,8	93,6	103,5	109,5	111,8
Nebo	5,4	7,7	9,4	10,9	12,0	13,2	14,8	16,2	17,3	18,0	18,3	18,5
Globalno	6,5	14,5	24,5	35,5	46,6	57,7	78,0	96,0	110,9	121,5	127,8	130,3

Iz tablice 10. se vidi, da je pri niskom položaju sunca (do oko 11°) svetlost neba veća od sunčeve svetlosti. Inače sa porastom visine sunca

Tablica 11. Dnevne sume jačine globalnog osvjetljenja pri vedrom danu u Beču za period 1946—1956. u kiloluks/časovima

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
179	285	504	680	803	896	858	706	531	357	175	137

raste intenzitet kako sunčeve tako i nebeske svetlosti, samo što intenzitet sunčeve svetlosti raste mnogo brže od intenziteta nebeske svetlosti.

U tablici 11. prikazane su dnevne sume jačine globalnog osvetljenja u kiloluks-časovima pri vedrom nebu u Beču -Hohe Warte (18). Vrednosti se odnose na 15-ti dan u mesecu.

Kao što se iz tablice 11. vidi, najveća dnevna suma jačine globalne svetlosti je u junu pred letnji solsticijum, a najmanja u decembru pred zimski solsticijum.

U tablici 12. prikazane su takođe dnevne sume jačine globalne svetlosti u Beču-Hohe Warte pri postojećoj stvarnoj oblačnosti. Ove vrednosti predstavljaju srednje vrednosti za sve dane u periodu 1946—1956. godine (18).

Tablica 12. Srednje dnevne sume globalne svetlosti u Beču za period 1946—1956. godine, u kiloluks/časovima

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Beč	88	161	295	397	615	635	634	540	416	229	103	63

I pri oblačnom vremenu je najveća srednja dnevna suma globalne svetlosti u junu, a najmanja u decembru.

10. TEMPERATURA ZEMLJIŠTA I VAZDUHA

Temperature zemljišta i vazduha zavise od toplotnog bilansa, tj. od prometa toplote. Prema tome, pre nego što se govori o temperaturi, potrebno je da se iznesu neki osnovni podaci o toplotnom bilansu, odnosno o razmeni toplote.

Toplotni bilans u stvari predstavlja razliku između primljene i izgubljene toplote i, u zavisnosti od objekta ispitivanja, mogu se razlikovati tri tipa toplotnog bilansa (21).

P r v i t i p toplotnog bilansa odnosi se na površinu podloge i određuje se jednačinom:

$$R = LE + P + B \qquad (1)$$

u kojoj je R — bilans zračenja na površini podloge, LE — utrošena toplota na isparavanje, P — prenošenje toplote turbulencijom između površine podloge i vazduha, B — prenošenje toplote između površine podloge i hidrosfere ili gornjih slojeva zemljišta.

D r u g i t i p toplotnog bilansa sistema zemlja-atmosfera, odnosi se na vertikalni stub jediničnog preseka, koji prolazi kroz atmosferu i hidrosferu ili atmosferu i zemljište. Toplotni bilans ovog stuba određuje se jednačinom:

$$R_c = R + R_a = L(E - r) + A + B + C \qquad (2)$$

u kojoj su:

R_c — zračni bilans sistema zemlja-atmosfera,

R_a — zračni bilans atmosfere,

L (E — r) — kondenzaciona toplota (L) pomnožena razlikom sume isparavanja (E) i visine padavina (r),

A — advekciona toplota u atmosferi, koja predstavlja razliku između primljene i izgubljene toplote na vertikalnoj bočnoj strani posmatranog vertikalnog stuba,

C — izmena zalihe toplote u stubu vazduha (u srednjegodišnjem iznosu C=0).

T r e ć i t i p toplotnog bilansa je toplotni bilans atmosfere. Jednačina za ovaj tip može se dobiti kada se od jednačine 1 oduzme jednačina 2. Razlika ovih jednačina je:

$$-R_a = P + Lr - A - C \qquad (3)$$

ili

$$R_a = -P - Lr + A + C$$

U poslednje vreme se naročito ispituje toplotni bilans površine podloge, dok se ostala dva tipa manje ispituju, zbog izvesnih teškoća. Toplotni bilans podloge prema jednačini (1) ima oblik:

$$R - LE - P - B = 0 \qquad (4)$$

Međutim, prema Saubereru i Härtelu (16) toplotni promet zemljišta može se izračunati pomoću sledeće jednačine:

$$Q + D + F + L + h = 0 \qquad (5)$$

u kojoj su:

Q — bilans zračenja,

D — promet toplote u zemljištu,

F — razmena toplote sa vazduhom,

L — latentna toplota,

h — promet toplote pri hemijskim procesima.

Ove vrednosti se računaju kao p o z i t i v n e, ako energija (zračna i toplotna) struji prema istraživanoj površini, a kao n e g a t i v n e, ako je pravac strujanja energije upravljen od ispitivane površine. U sledećem pregledu dati su slučajevi kada su pojedini članovi jednačine (5) pozitivni a kada negativni.

Član jednačine (5)	pozitivan	negativan
Q —	kada preovlađuje insolacija	kada preovlađuje radijacija
D —	kada se toplota magazinira u zemljištu (najčešće preko dana)	kada zemljište izdaje magaziniranu toplotu (najčešće preko noći)
F —	kada toplota prelazi od toplijeg vazduha ka hladnijoj površini zemlje	kada toplota prelazi od toplije površine zemlje ka hladnijem vazduhu
L —	pri kondenzaciji vodene pare	pri isparavanju sa zemljine površine
h —	pri disanju	pri trošenju energije na asimilaciju

Mogućnost određivanja pojedinih članova jednačine (5) je sledeća:

Q — je tretirano u članu 8. i ukoliko se pojedine komponente odrede pomoću instrumenata, može se izračunati i globalni bilans zračenja;

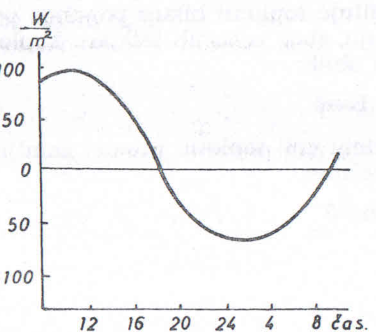
D — se može odrediti pomoću merenja temperature zemljišta na različitim dubinama, ako se zna provodljivost toplote i toplotni kapacitet;

F — se može izračunati pomoću podataka temperature i vetra na različitim visinama iznad zemlje;

L — se može direktno izmeriti pomoću lizimetra;

h — se može odrediti u pojedinim slučajevima.

Na zagrevanje površine zemlje i dubljih slojeva, pored ostalih faktora, velikog značaja ima i razmena toplote u zemljištu. Ova razmena toplote upravljena je od površine zemlje u dublje slojeve ili obrnuto. U dnevnim časovima razmena toplote je dosta velika dok je u toku noći mala. Razmena toplote stoji u pravom odnosu sa intenzitetom sunčevog zračenja. Pri zalasku i izlasku sunca razmena toplote je 0. Inače preko dana razmena toplote je pozitivna, tj. vrši se od površine zemlje prema unutrašnjosti, dok je preko noći negativna, tj. vrši se od unutrašnjosti zemlje prema zemljinoj površini.



Sl. 4. Dnevni tok toplotne razmene u Lesnom kod Lenjingrada

Na slici 4. prikazan je dnevni tok toplotne razmene prema osmatranjima u Lesnom kod Lenjingrada (13). Dnevni tok toplotne razmene u zemljištu menja se u zavisnosti od pokrivenosti zemlje vegetacijom, tj. od oblika, visine i karaktera vegetacije. Sem toga, razmena toplote zavisi još i od brzine vetra.

Godišnji tok toplotne razmene u peskovitom zemljištu može se videti iz tablice 13. prema P. N. Teberskomu (1951).

Tablica 13. Godišnji tok toplotne razmene u peščanom zemljištu na umerenim širinama, u kJ/m² mesec

Meseci	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Toplotna razmena	-16454	-12560	-6950	-251	14779	20850	19636	14444	6154	-5568	-1616	-17794	

Kao što se iz tablice 13. vidi u hladnijem delu godine razmena toplote je negativna, tj. ona se vrši od unutrašnjosti zemlje prema površini. Međutim, u toku toplijeg dela godine razmena toplote je pozitivna, tj. toplota se prenosi od površine prema dubljim slojevima.

Najveća pozitivna razmena toplote u zemljištu je krajem proleća i početkom leta, dok je najveća negativna u početku zime.

Prirodni pokrivač zemljine površine ima veliki uticaj na razmenu toplote u zemljištu; to je vegetacija u toku toplijeg dela godine, i snežni pokrivač u toku hladnijeg dela godine.

Provođenje toplote u dublje slojeve zemljišta događa se uglavnom molekularnom toploprovodljivošću, a takođe i usled radijacione i konvektivne toplotne razmene. Prenošenje toplote od površine prema dubljim slojevima zemljišta vrši se putem toploprovodljivosti onda kada postoji temperaturna razlika između površine i dubljih slojeva. Ukoliko je vertikalni temperaturni gradijent u zemljištu veći, utoliko je i veće prenošenje toplote od površine prema dubljim slojevima.

10.1 TEMPERATURA ZEMLJIŠTA

Temperatura zemljine površine i dubljih slojeva ima veliki klimatski značaj. Zagrejana zemlja po danu, pri insolaciji, utiče na povišenje temperature vazduha, a po noći, pri radijaciji, utiče na sniženje temperature vazduha. Suva kopnena površina može se, u oblastima umerene klime, zagrejati iznad 50°, a u oblasti tople klime do 60—70° i više. To važi samo za golo zemljište. Kod zemljišta pokrivenog vegetacijom uslovi zagrevanja su sasvim drugačiji.

Ovako visoke temperature ograničene su samo na zemljinu površinu i jedan tanak dubinski sloj zemlje. Na dubini manjoj od 1 metra prestaje dnevno kolebanje temperature. Osmatranja temperature do dubine 1—2 metra imaju za biologiju biljaka veliki interes.

Pošto se zemljišna vlaga sastoji od rastvora različitih soli, sa različitom koncentracijom, to smrzavanje toga rastvora nastaje na temperaturi nižoj od 0°. Pri temperaturi oko 0° u zemljištu se zamrzava voda koja se nalazi u velikim porama. Međutim, voda koja ispunjava uske kapilare zamrzava se tek pri nižoj temperaturi od 0°. Prema tome, dubina u zemljištu na kojoj se voda zamrzava i dubina na kojoj je temperatura 0° nisu iste. Zato se prema dubini na kojoj je 0° temperature u zemljištu ne može donositi zaključak o dubini zamrzavanja u zemljištu.

Dubina zamrznutog zemljišta zavisi od lokalnih klimatskih uslova, od vremenskih uslova u zimskom periodu, debljine snežnog pokrivača, reljefa, strukturnog sastava zemljišta, njegove vlažnosti i karaktera biljnog pokrivača. Zemljište se zamrzava do veće dubine na bregovima i brežuljcima nego u nizinama. Ovo nastaje usled toga, što je na uzvišenijim mestima vetar jači pa odnosi sneg u niža mesta, tako da je u nižim mestima veća debljina snežnog pokrivača nego na bregovima i brežuljcima.

Ukoliko je zemljište vlažnije utoliko se sporije zamrzava, jer se pri zamrzavanju vode oslobađa skrivena toplota i ublažava proces zamrzavanja. Međutim, veoma suvo zemljište u dubljim slojevima može takođe ostati nezamrznuto i usled male provodljivosti toplote. Sem toga, ovde postoji i veća mogućnost da se voda u zemljištu prehladi, a da se pri tome ne zamrzne.

Podzemne vode znatno umanjuju hlađenje zemljišta zimi, ukoliko se nalaze na manjoj dubini. Jer podzemne vode tada povećavaju vlažnost u gornjim slojevima zemljišta, pa samim tim povećavaju i provodljivost toplote iz dubljih toplijih slojeva prema površinskim hladnijim slojevima.

Dva toplotna izvora utiču na otkravljivanje zemljišta, i to: sunčevo zračenje i toplota koja se provodi iz dubljih toplijih slojeva zemljišta prema zamrznutom sloju. Pri dubljem promrzavanju zemljišta, što je često slučaj u toku hladnih zima sa malim snežnim pokrivačem, potpuno otkravljivanje zemljišta u proleće nastupa posle iščezavanja snežnog pokrivača. Otkravljivanje zamrznutog zemljišta u ovakvim slučajevima vrši se takođe, sa jedne strane od direktnog sunčevog zračenja, i to od površine prema dubini, i sa druge strane prenošenjem toplote iz dubljih slojeva prema zamrznutom sloju, što utiče na kravljenje zemljišta od dubljih prema

gornjim slojevima. Pri takvim procesima u zemljištu ostaje u toku vremena jedan smrznut međusloj, čija se debljina smanjuje, dok najzad sasvim ne iščezne. Ako u toku zime padne dosta snega, onda se zemljište ispod snežnog pokrivača ili uopšte ne zamrzne ili se zamrzne do malih dubina. Kravljenje zemljišta u takvom slučaju obično nastaje usled provođenja taplote iz dubljih toplijih slojeva prema površinskom smrznutom sloju.

Od važnosti je takođe, da na visokim geografskim širinama postoji večito zaleđena zemljina površina. Zemlja se u toku leta ne otkravi do izvesne dubine, a iznos ove dubine zavisi od mnogih okolnosti. Večito zaleđena površina zemlje prostire se do oblasti gde je srednja godišnja temperatura oko —2°.

Tablica 14. Srednje mesečne temperature zemljišta za period od 1. VIII 1957. do 31. VII. 1958. godine

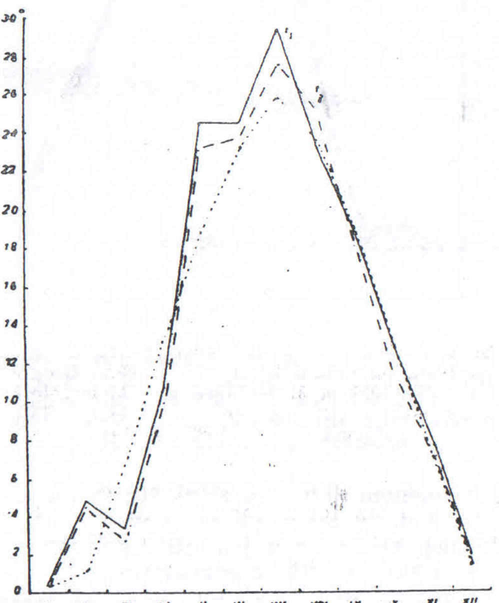
Dubine u cm \ Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Novi Beograd — pokriveno zemljište											
0	1,7	4,4	3,0	10,2	19,5	21,3	23,2	22,3	17,8	12,5	8,4	2,4
5	1,9	4,3	3,3	9,9	18,6	21,0	22,8	22,1	17,8	12,7	8,7	2,7
10	2,4	4,4	3,2	9,7	18,0	20,8	22,7	21,8	18,2	13,1	9,3	3,4
20	2,9	4,2	3,2	8,9	16,6	20,0	21,6	21,4	18,4	13,5	10,1	4,3
50	3,9	4,7	3,8	8,7	15,7	—	—	21,0	19,2	14,5	11,3	5,7
100	6,6	6,0	4,8	7,6	12,1	—	—	20,8	19,2	16,1	13,7	9,5
	Novi Beograd — nepokriveno zemljište											
0	0,6	4,9	3,3	10,6	24,6	24,4	29,2	23,3	18,9	12,9	7,8	1,9
5	1,3	4,2	3,2	9,9	20,9	22,6	26,4	22,6	18,6	12,8	8,6	2,6
10	1,8	4,3	3,4	9,9	20,4	22,5	26,0	22,7	18,8	13,1	9,1	3,1
20	2,5	4,0	3,6	9,6	19,1	21,6	25,0	22,3	18,9	13,5	9,8	4,2
50	4,3	4,7	4,0	8,5	15,5	—	—	21,9	19,3	15,0	11,9	6,6
100	5,6	4,6	4,1	6,7	12,0	—	—	20,3	19,4	16,3	13,8	9,6
	Meteorološka opservatorija — nepokriveno zemljište											
0	0,3	4,4	2,7	9,8	23,2	23,7	27,5	25,1	18,0	11,3	7,2	1,1
5	0,7	4,3	3,2	9,8	21,8	22,9	26,2	24,3	18,4	11,9	7,8	1,7
10	1,0	4,1	3,2	9,7	21,0	22,7	25,6	24,3	18,9	12,3	8,3	2,0
20	1,5	3,9	3,2	9,4	19,4	21,9	24,6	23,8	19,0	12,7	9,0	2,8
50	—	—	3,9	8,7	16,7	—	—	23,0	19,5	14,0	10,6	4,8
100	4,4	5,0	4,6	7,9	14,2	—	—	21,9	19,6	15,2	12,2	7,0

Pri klimatološkoj analizi temperature zemljine površine treba imati u vidu da su fizičke osobine toplotnog stanja zemljine površine drugačije od fizičkih osobina vazduha. Temperaturno kolebanje (dnevno, godišnje i neperiodično), koje postoji na površini zemlje, naglo opada u dubljim slojevima. Kao posledica toga je da je promenljivost srednjih temperatura zemljišta (mesečnih i godišnjih) na dubini 0,2—0,4 metra manja od promenljivosti temperature vazduha. Uopšte je temperatura zemljišta dosta stabilna. Zato se pri obradi temperaturnih podataka zemljišta može iskoristiti kraći period osmatranja, nego pri obradi temperature vazduha. Period od 10 godina može potpuno zadovoljiti potrebe.

U vezi sa stabilnošću temperaturnih podataka zemljišta u toku vremena, mora se obeležiti njihova promenljivost u prostoru pod uticajem mesnih prilika, kao što su: vrsta površine (pokrivena vegetacijom, snegom ili gola površina), pedološki sastav zemljišta, struktura, reljef, visina podzemnih voda, itd.

Ovde će se prikazati za Novi Beograd temperature zemljišta na dubini 0, 5, 10, 20, 50 i 100 cm, kako zemljišta bez vegetacije, odnosno snežnog pokrivača, tako i zemljišta pokrivenog travom, odnosno snežnim pokrivačem (22).

Radi upoređenja prikazaće se i temperature zemljišta na Meteorološkoj opservatoriji u Beogradu, i to na istim dubinama i za isti vremenski period, ali samo za zemljište bez vegetacije odnosno snežnog pokrivača. Zemljište na Novom Beogradu je humusna glinovita ilovača do 70 cm dubine, a zatim pesak, dok je zemljište kod Meteorološke opservatorije takođe glinovita ilovača koja je nasuta pre 10 godina, tako da se već dobro slegla.



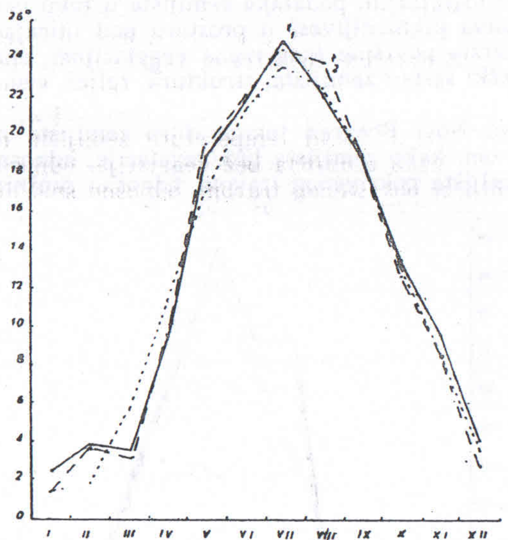
Sl. 5. Godišnji tokovi temperature na površini nepokrivenog zemljišta: t_1 — Novi Beograd od 1. VIII 1957. do 31. VII 1958; t_2 — Meteorološka opservatorija (isti period); t — Meteorološka opservatorija od 1927. do 1940.

Travni pokrivač ispod koga su merene temperature zemljišta na Novom Beogradu sastojao se iz mešavine: 80% Lotus corniculatus (detelina vrste zvezdan), 10% Trifolium repens (bela detelina) i 10% Lolium perene (engleska trava). Visina travnog pokrivača bila je oko 15 cm. Trava je u početku bila dosta retka, a tek u junu i julu 1958. trava je bila veoma gusta.

Srednje mesečne vrednosti temperature zemljišta na Novom Beogradu i Meteorološkoj opservatoriji u Beogradu prikazane su u tablici 14.

Iz tablice 14. (na str. 24) se vidi, da temperatura zemljišta, kako pokrivenog tako i nepokrivenog, u zimskim mesecima raste sa dubinom, a u letnjim opada. Dalje se iz tablice vidi kako travni pokrivač visine 15 cm i snežni pokrivač utiču na temperaturne odnose u zemljištu.

Na slici 5. predstavljeni su godišnji tokovi temperature na zemljinoj površini na Novom Beogradu (t_1) i na Meteorološkoj opservatoriji (t_2). Na ovoj slici predstavljen je još i godišnji temperaturni tok na Meteorološkoj opservatoriji (t) za period 1927—1940. g. (23).



Sl. 6. Godišnji tokovi temperature nepokrivenog zemljišta na dubini 20 cm: t_1 — Novi Beograd od 1. VIII 1957. do 31. VII 1958; t_2 — Meteorološka opservatorija (isti period); t — Meteorološka opservatorija od 1927. do 1940.

Na slici 5. se vidi da se krive t_1 i t_2 dosta dobro među sobom podudaraju u zimskim, proletnjim, a pogotovo u jesenjim mesecima. Ove krive se takođe podudaraju i sa krivom t za period 1927—1940, ali samo od septembra do decembra.

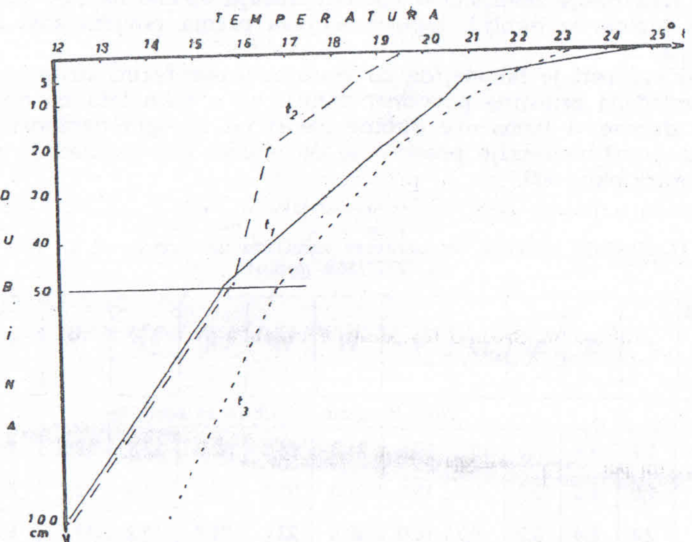
Na slici 6. predstavljeni su godišnji tokovi temperature zemljišta na dubini 20 cm, takođe na Novom Beogradu (t_1) i na Meteorološkoj opservatoriji (t_2) kao i na Meteorološkoj opservatoriji za period 1927—1940. godine.

Temperaturne krive t_1 i t_2 se bolje među sobom slažu na 20 cm dubine (sl. 6) nego na zemljinoj površini (sl. 5). Iz toga se vidi da su temperature zemljišta stabilnije ukoliko je dubina veća.

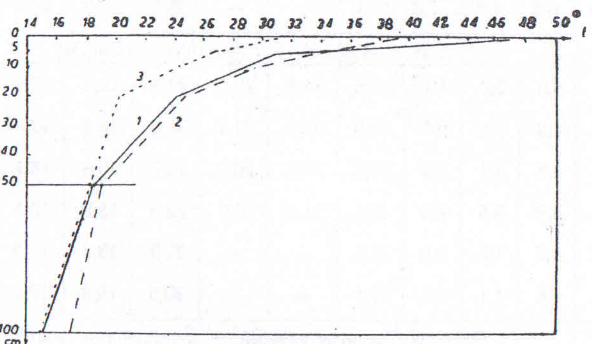
Na slici 7. prikazane su temperaturne promene sa promenom dubine u zemljištu za mesec maj 1958. godine, koji je bio vedar i dosta topao mesec. Podaci se takođe odnose na Novi Beograd i to: nepokriveno zemljište (t_1) i pokriveno (t_2), kao i nepokriveno zemljište kod Meteorološke opservatorije (t_3).

Prema slici 7. srednja mesečna temperatura zemljišta u maju je najveća na površini zemlje, a sa dubinom opada. To važi kako za pokriveno tako i za nepokriveno zemljište. No kao što se vidi temperatura brže opada sa dubinom kod nepokrivenog zemljišta nego kod zemljišta pod vegetacijom. Od dubine 50 cm pa dublje skoro ne postoji razlika između temperature nepokrivenog i pokrivenog zemljišta na Novom Beogradu. Temperatura zemljišta kod Meteorološke opservatorije je na površini niža nego na Novom Beogradu, a zatim je na ostalim dubinama viša. Karakteristično je da ta razlika temperature raste sa dubinom. Ovo dolazi usled toga što zemljište kod Meteorološke opservatorije bolje provodi toplotu u dublje slojeve (zbog zbijenosti), nego zemljište na Novom Beogradu.

Slični odnosi se dobiju i kada se posmatraju promene temperature zemljišta sa dubinom u jednom momentu. Takav slučaj predstavljen je na slici 8. za 27. V 1958. godine u 14 časova.



Sl. 7. Temperaturne promene sa dubinom u maju 1958. godine: t_1 — Novi Beograd — nepokriveno zemljište; t_2 — Novi Beograd — zemljište pokriveno travom visine 15 cm; t_3 — Meteorološka opservatorija — nepokriveno zemljište



Sl. 8. Tautohrone temperature zemljišta u 14 časova 27. V 1958: 1 — Novi Beograd — nepokriveno zemljište; 2 — Meteorološka opservatorija — nepokriveno zemljište; 3 — Novi Beograd — zemljište pokriveno travom visine 15 cm.

10.2 TEMPERATURA VAZDUHA

Temperatura vazduha spada među najglavnije klimatske elemente. Kada se kaže »temperatura vazduha« onda se to uvek odnosi na temperaturu merenu u termometarskom zaklonu na 2 metra visine iznad zemljine površine.

Ako se klima nekoga mesta posmatra samo prema temperaturi, odnosno ako se posmatra samo ovaj jedan klimatski elemenat, onda se može temperatura predstaviti krivom linijom za izvesni vremenski interval, koja se zove *temperaturna kriva*.

Ako se želi da se uporede klime dva ili više mesta u pogledu temperature vazduha, onda se mogu za svako mesto, za isti vremenski interval, nacrtati temperaturne krive. Ove temperaturne krive se upoređuju među sobom i posmatraju njihove analogije i kontrasti, prema kojima se vrši klasifikacija različitih predela na zemlji u odnosu na temperaturu.

Radi približne orijentacije o raspodeli temperature vazduha na zemljinoj površini, u tablici 15. prikazane su srednje mesečne temperature vazduha za pojedine geografske širine prema Gorčinskom (24). Ove temperature su reducirane na morski nivo a izračunate su prema izotermnim kartama.

Tablica 15. Srednje temperature vazduha prema Gorčinskom

Geografska širina	Januar	Jul	Godina	Amplituda
Severni pol	−36°	0°	−19°	36°
80°	−32,2	2,0	−17,2	34,2
70°	−26,9	7,2	−10,4	34,1
60°	−16,4	14,0	−0,6	30,4
50°	−7,7	18,1	5,4	25,8
40°	4,6	23,9	14,0	19,3
30°	13,8	26,9	20,4	13,1
20°	21,8	27,3	25,0	5,5
10°	25,4	26,1	26,0	0,7
Ekvator	25,3	25,3	25,4	0,0
10°	25,2	23,6	24,7	1,6
20°	25,3	20,1	22,8	5,2
30°	22,6	15,0	18,3	7,6
40°	15,3	8,8	12,0	6,5
50°	8,4	3,0	5,3	5,4
60°	2,1	−9,1	−3,4	11,2
70°	−3,5	−23,0	−13,6	19,5
80°	−10,8	−39,5	−27,0	28,7
Južni pol	−13,0	−48,0	−33,0	35,0

Kao što se iz tablice 15. vidi, srednja godišnja temperatura nije najviša u oblasti ekvatora, već na 10^0 severne geografske širine. To isto važi i za mesec januar. Međutim, najviša temperatura u julu je na 20^0

severne geografske širine. Ovakav raspored temperature uslovljen je, pored intenziteta insolacije i radijacije, još i klimatskim modifikatorima, prvenstveno rasporedom mora, okeana i kopna na zemlji.

11. VAZDUŠNI PRITISAK

Vazdušni pritisak, koji je veoma značajan kao meteorološki elemenat, u klimatologiji ima samo važnu ulogu ukoliko od njegovog rasporeda zavisi pravac i brzina vetra. Inače vazdušni pritisak, sam po sebi sa svojim promenama, ima sporednu ulogu u klimatologiji, a pogotovo nema nikakvog neposrednog značaja za vegetaciju. Značaj vazdušnog pritiska za vegetaciju se ispoljava kod razmene vazduha između gornjih slojeva zemljišta i prizemnih slojeva vazduha, tj. kod tzv. »disanja zemljišta« o čemu će biti reči kasnije (vidi član 36).

Ovde se može još navesti, da je iznad naših predela drugačiji raspored vazdušnog pritiska leti, a drugačiji zimi, a to sve zavisi od opšteg rasporeda vazdušnog pritiska iznad zemlje. Prema podacima za Beograd za period 1887—1949. godina (25) srednji najviši vazdušni pritisak je između 23. i 25. januara, od 1006,8 – 1006,0 mb reduciran na 0^0 temperature. Isto tako je dosta visok i u vremenu od 17. do 25. decembra (1005,6 do 1004,2 mb). Anticiklonsko stanje u ova dva perioda je dosta stabilno. Srednji najniži vazdušni pritisak je 8. aprila (995,6 mb).

Mada u zimskim mesecima u Beogradu vlada prosečno dosta visoki vazdušni pritisak ipak su međudnevna kolebanja znatno veća nego u letnjim mesecima. Ovo nam ukazuje da se u zimskim mesecima vrši dosta brza smena između porasta i opadanja vazdušnog pritiska, odnosno između anticiklona i depresije.

U proletnjim mesecima vazdušni pritisak se spušta do apsolutnog minimuma u godini. Pritisak je tada uopšte nizak a kolebanja su izrazita. Ovo skoro isto važi i za mesec jun. U julu, avgustu i početkom septembra vazdušni pritisak nije visok, ali su mu kolebanja veoma mala, što predstavlja dosta stabilnu atmosferu. Dalje, u jesenjim mesecima pritisak raste, a uporedo sa njegovim porastom povećavaju se takođe i međudnevna kolebanja, i to utoliko više ukoliko se dublje zalazi u jesen.

12. VLAŽNOST VAZDUHA I ZEMLJIŠTA

12.1 VLAŽNOST VAZDUHA

Sadržina vodene pare u vazduhu i stepen zasićenosti vazduha vodenom parom su u klimatologiji od velikog značaja, jer se na osnovu tih veličina može zaključiti o kondenzaciji vodene pare, tj. o stvaranju magle, oblaka, kiše, snega itd.

Režim vlažnosti nekog mesta karakterisan je: količinom vodene pare u vazduhu, oblačnošću, visinom i čestinom padavina u tečnom i čvrstom stanju.

Za određivanje sadržine vodene pare u atmosferi, kao što je poznato iz meteorologije, postoje ove veličine: *pritisak vodene pare*, *apsolutna vlaga*, *relativna vlažnost* i *deficit zasićenosti*.

Pritisak vodene pare i apsolutna vlaga nemaju veće neposredne primene u praksi, ali su u teoretskom pogledu važne veličine, jer približno pokazuju sadržinu vodene pare u nižim slojevima atmosfere. Međutim, u klimatologiji su veoma važni relativna vlažnost i deficit zasićenosti. Ipak ovde će se ukratko izneti o svima veličinama kojima se karakteriše vlažnost vazduha.

a) P r i t i s a k   v o d e n e   p a r e   u   mb. — Pritisak vodene pare ili napon vodene pare predstavlja parcijalni napon vodene pare u vazduhu. To je, dakle, ona veličina koja se uvodi u sve fizičke a specijalno meteorološke proračune, u kojima figuriše sadržina vodene pare. Pojam pritiska vodene pare daje često povoda za nerazumljivo tumačenje. Nrp. smatralo se nekada (a takođe neki još i danas tako misle), da kada se pritisak vodene pare odbije od vazdušnog pritiska koji je izmeren barometrom, da se tako dobije težina suvog vazduha. Takođe se mislilo da je pritisak vodene pare jedno merilo za ukupnu sadržinu vodene pare u atmosferi iznad nas, isto tako kao što barometarsko stanje predstavlja težinu vazdušnog stuba iznad mesta osmatranja. To je uglavnom pogrešno mišljenje, ali se može uzeti kao tačno samo za male zatvorene prostore, za koje se može pretpostaviti da se vodena para difuzijom ravnomerno raširila, i gde ne postoji nikakva kondenzacija. U atmosferi se ovako stanje nigde ne nalazi.

Godišnji tok pritiska vodene pare može se zgodno predstaviti grafički, odakle se mogu videti stvarne osobenosti pritiska vodene pare u nekom mestu. Ali godišnji tok pritiska vodene pare se menja u pravom odnosu sa temperaturom. Ipak ne može se govoriti o naročitoj paralelnosti ovih elemenata. Jer, pri niskim temperaturama za zasićenje određene zapremine vazduha treba znatno manja količina vodene pare, nego pri visokim temperaturama. Prema tome, dnevnu promenu temperature u hladnijem godišnjem dobu može bolje pratiti dnevna (iako manja) promena pritiska vodene pare, nego što je to slučaj u toku leta. Tada temperatura u toku dana raste dosta brzo, a pritisak vodene pare raste mnogo sporije i ne može sledovati porastu temperature.

Ovo važi za kopno. Iznad mora su uslovi drugačiji. Tu ima dosta vode na raspolaganju i vazduh iznad vode je skoro stalno zasićen vodenom parom. Prema tome, iznad mora i okeana pritisak vodene pare može bolje da prati promene temperature u toku dana, koje i inače nisu tako velike kao iznad kopna.

Srednje vrednosti pritiska vodene pare za Beograd prikazane su u tablici 16.

Tablica 16. Srednje vrednosti pritiska vodene pare u Beogradu za period 1921—1940. godine, u mb

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.	God. kol.
7 čas.	5,1	5,1	6,5	8,8	12,9	15,6	17,1	16,3	13,6	10,7	8,1	5,7	10,4	12,0
14 čas.	5,6	5,6	6,8	8,8	12,8	15,2	16,8	15,9	13,7	11,5	8,9	6,1	10,7	11,2
21 čas.	5,2	5,3	6,8	8,7	12,9	15,7	16,9	16,1	13,7	11,1	8,5	5,9	10,5	11,7
Sred. vrednost	5,3	5,3	6,7	8,8	12,9	15,5	16,9	16,1	13,7	11,1	8,5	5,9	10,5	11,6

Kao što se iz tablice 16. vidi, pritisak vodene pare je u zimskim mesecima manji nego u letnjim. Znači, da se količina vodene pare u prizemnom vazduhu u Beogradu menja u toku godine uporedo sa temperaturom vazduha. Ipak dnevna i godišnja kolebanja pritiska vodene pare nisu tako velika kao temperature vazduha. Pritisak vodene pare, kao što se iz tablice 16. vidi, povećava se zaista do jula, ali u sve manjem razmeru prema priraštaju temperature vazduha.

Ova razlika između godišnjih tokova temperature i pritiska vodene pare je u tome što prizemni vazduh u Beogradu nije stalno zasićen vodenom parom. To važi za sva kontinentalna mesta koja su udaljena od vodenih površina (mora, jezera, močvarnih predela itd.).

Dnevno kolebanje vodene pare je u letnjim mesecima veoma karakteristično. Iz tablice 16. se vidi da su leti srednje mesečne vrednosti u 14 časova manje nego u jutarnjim i večernjim časovima. Ovo nastaje usled toga što se u toku leta, u ranim popodnevnim časovima, kada je zagrevanje zemlje najintenzivnije, stvaraju konvektivne struje koje odnose vodenu paru uvis, te se usled toga smanjuje količina vodene pare u prizemnom vazduhu.

b) A p s o l u t n a   v l a g a. — Da bi se imao što određeniji pojam o sadržini vodene pare u vazduhu upotrebljava se izraz a p s o l u t n a v l a g a. To je u stvari težina vodene pare u gramima u jednom kubnom metru vazduha. Ovakav izraz za sadržinu vodene pare je razumljiviji i praktičniji.

Apsolutna vlaga može se od strane fizičara smatrati kao pravi izraz klimatološke vlažnosti, ali se ne može upotrebiti kao karakteristika dejstva vlage na organizam. Jer, kao što je i napred slično rečeno, vazduh može biti izvanredno suv, a ipak da sadrži u sebi više vodene pare nego veoma vlažan vazduh, čija je temperatura znatno niža od temperature suvog vazduha. Često se citira kao primer slučaj u pustinjskim predelima, u kojima je najmanja vrednost apsolutne vlage, određena za vreme sušne sezone, ipak veća od vrednosti apsolutne vlage određene u našim predelima za vreme vlažnog godišnjeg doba.

Prema Hannovim podacima, srednja vrednost apsolutne vlage u oazi Kufra u Libijskoj pustinji u drugoj polovini avgusta iznosi 8,3, a u septembru 11,1 g/m^3. Ove se vrednosti približno podudaraju sa vrednostima apsolutne vlage u toku leta u Beču i Oksfordu. Najniže vrednosti apsolutne vlage u ovoj oazi iznosile su 4,5–5,5g^2/m^3, što u stvari odgovara srednjim vrednostima apsolutne vlage u zimskom vazduhu u vlažnoj Engleskoj.

Prema tome, ako bi se čovek pri karakterizaciji vlažnosti vazduha zadržao samo na ovom jednom izrazu (apsolutnoj vlazi) izašlo bi da su pustinje, u apsolutnom smislu, vlažnije od naših predela.

Apsolutna vlaga u g/m^3 se stvarno ne određuje na meteorološkim stanicama, već se određuje samo pritisak vodene pare u mb i za njega se izračunavaju sve srednje vrednosti.

c) R e l a t i v n a v l a ž n o s t. — Relativna vlažnost vazduha predstavlja stepen zasićenosti vazduha vodenom parom, odnosno, relativna vlažnost je odnos između količine vodene pare koja se nalazi u datom momentu u vazduhu i maksimalne količine koju bi vazduh mogao da primi na dotičnoj temperaturi, pa da bude zasićen. Ona se izražava u procentima.

Za čisto klimatološke svrhe relativna vlažnost dolazi na prvo mesto kao izraz za stepen vlažnosti vazduha. Kada se uopšte govori o vlažnom ili suvom vazduhu onda se uvek misli na relativnu vlažnost. Vazduh je zimi u našim predelima vlažan a leti suv, iako zimi u vazduhu ima mnogo manje vodene pare nego leti, kao što to izlazi i iz tablice 16. za Beograd. Relativna vlažnost, pored temperature, uslovljava kako potrebu za vodom tako i isparavanje. Ona nije nikakva teoretska računska veličina, već jedan realan klimatski faktor, i može se pomoću organskih supstanci direktno odrediti.

Organske supstance su sve manje ili više higroskopne i njihovo stanje zavisi od vlažnosti vazduha, ali ne od apsolutne sadržine vodene pare u vazduhu, već od relativne vlažnosti. Na taj način mogu se organske supstance (kosa, membrana) upotrebiti za direktno merenje relativne vlage. Sva druga merenja vlažnosti vazduha su indirektna i zahtevaju izvesna računanja, koja su ponekad manje tačna nego određivanje vlažnosti pomoću higrometra i higrografa. Ovo poslednje se odnosi na merenje vlažnosti pomoću psihrometra (naročito od Augusta) pri temperaturi ispod 0°. Relativna vlažnost je najprirodniji izraz za vlažnost vazduha kao klimatski elemenat, jer ona neposredno reaguje na organske supstance.

Relativna vlažnost u unutrašnjosti zatvorenih prostorija, koje se zimi veštačkim putem zagrevaju, na srednjim i većim geografskim širinama, mnogo je manja nego u spoljašnjem vazduhu. Ovo važi za sobe u stanovima, za kancelarije, staklare (staklene bašte) itd. Razlika relativne vlažnosti između unutrašnjeg i spoljašnjeg vazduha raste sa porastom temperaturne razlike između ova dva vazduha. Kada putem prirodne ventilacije u stanove ulazi hladan zimski vazduh spolja, on unosi sa sobom i malu sadržinu vodene pare. Međutim, ako se ovaj vazduh još posle u sobi zagreva onda će postati relativno suv. Na taj način udišemo zimi u našim zagrejanim stanovima suv pustinjski vazduh.

Kao što vidimo relativna vlažnost zavisi od temperature i to u obrnutom smislu. Zato nije dovoljno poznavati samo relativnu vlažnost, pa da se po njoj oceni dejstvo jednog atmosferskog stanja na živa bića; treba još uzeti u obzir i temperaturu vazduha. Tako npr. relativna vlažnost 80% sa temperaturom od –20° je jedva podnošljiva; sa temperaturom od 10° ona ne prouzrokuje nikakav naročiti osećaj.

Na našim geografskim širinama relativna vlažnost od 70 do 75% je već znak suvog vremena, a vlažnost od 50% je znak vrlo suvog vremena. U ekvatorijalnim predelima relativna vlažnost od 65% uslovljava vlažno vreme koje kod ljudi izaziva osećaj »teškog vremena«.

U tablici 17. su navedene srednje vrednosti relativne vlažnosti za Beograd u vremenu od 1921. do 1940. godine.

Brojne vrednosti u ovoj tablici pokazuju da relativna vlažnost opada od zimskih prema letnjim mesecima, a zatim opet raste od letnjih prema zimskim. Naročito pada u oči da maksimalna vrednost relativne vlažnosti nije u januaru (kada je najniža temperatura) već u decembru. Ipak se po svemu vidi da relativna vlažnost ima zaista obrnut tok od temperature

Tablica 17. Srednje vrednosti relativne vlažnosti u Beogradu za period 1921. do 1940. g. u %

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IX	XII	God.
7 čas.	87,2	84,2	78,8	73,7	75,7	75,0	73,3	76,9	80,2	85,9	86,8	88,0	80,5
14 čas.	76,4	67,2	55,3	48,8	52,0	50,7	47,4	46,6	50,1	60,0	70,8	78,8	58,7
21 čas.	84,7	80,1	71,9	68,6	72,7	72,5	67,7	70,1	72,9	80,1	83,5	86,7	76,0
Sred.	82,8	77,2	68,7	63,7	66,8	66,1	62,8	64,5	67,7	75,3	80,4	84,5	71,7
Kolebanje	10,8	17,0	23,5	24,9	23,7	24,3	25,9	30,3	30,1	25,9	16,0	9,2	21,8

i da su i ovde dnevna kolebanja u letnjim mesecima preko dva puta veće nego zimi, kao i kod temperature. Letnji dani, dakle, podležu mnogo jačim kolebanjima relativne vlažnosti nego zimski, i to je razlog što je u letnjim danima vazduh dosta često skoro suv.

Srednje vrednosti relativne vlažnosti po godišnjim dobima u Beogradu su:

	zima	proleće	leto	jesen
Relativna vlažnost	81,5%	66,4%	64,5%	74,5%
Kolebanje	12,3	24,0	26,8	24,0

Iz ovih vrednosti vidimo da je relativna vlažnost u jesen veća za 8,1% nego u proleće mada je srednja temperatura u jesen veća nego u proleće. Međutim, srednje kolebanje relativne vlažnosti u jesen je isto kao u proleće.

Pri izradi pregledne karte relativne vlažnosti sa izolinijama treba znati, da se relativna vlažnost ne menja ravnomerno sa visinom, i zato se podaci za nju ne reduciraju na morski nivo. Relativna vlažnost se takođe ne menja mnogo u horizontalnom pravcu — ako je teren jednolik — te se zato pregledne karte ne izrađuju za male oblasti. Ali relativna vlažnost dosta zavisi od lokalnih uslova, i zato je pri izvlačenju izolinija potrebno obratiti veću pažnju na reljefne osobenosti pojedinih stanica.

d) D e f i c i t z a s i ć e n o s t i. — Deficit zasićenosti vazduha vodenom parom predstavlja razliku između maksimalne količine vodene pare koju vazduh može da primi na dotičnoj temperaturi, i one količine vodene pare koja se u vazduhu u tom momentu nalazi. U stvari to je manjak vodene pare u vazduhu do potpunog zasićenja.

Podaci deficita zasićenosti vazduha vodenom parom su veoma važni ne samo u poljoprivredi, već i za hidrologiju i higijenu. Transpiracija biljaka, isparavanje sa slobodne vodene površine, isparavanje sa zemljine površine i isparavanje vode koja je pala na biljni pokrivač veoma mnogo zavise od deficita zasićenosti. To isto važi i za isparavanje sa kože živih bića.

Srednje vrednosti deficita zasićenosti za Beograd za period 1921. do 1940. godine prikazane su u tablici 18.

Deficit zasićenosti vazduha raste od zimskih prema letnjim mesecima, a zatim opet opada prema zimskim. Znači, deficit zasićenosti u go-

Tablica 18. Deficit zasićenosti vazduha vodenom parom u Beogradu za period 1921—1940. g. u mb

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
D	0,72	1,19	3,08	5,13	6,56	8,21	10,49	9,36	6,60	3,52	1,84	0,80

dišnjem toku stoji u pravom odnosu sa godišnjim tokom temperature vazduha.

Deficit zasićenosti vazduha vodenom parom ima takođe izvestan geografski značaj, jer se pomoću njega može odrediti izvesna osobenost pojedinih predela. Npr. predeli većih geografskih širina, zatim primorski predeli i ostrva i uopšte predeli gde su temperature relativno niže, i gde ima dovoljno vode na raspolaganju za isparavanje, imaju manji deficit zasićenosti. Naprotiv, pustinje, stepe i uopšte sušni i žarki predeli, duboko u kontinentima imaju veći deficit zasićenosti.

12.2 VLAŽNOST ZEMLJIŠTA

Vlažnost zemljišta je, pored temperature, jedan od glavnih klimatskih elemenata klime zemljišta. Vlažnost zemljišta ima veoma veliki značaj za biljke, jer kao što je poznato, biljka se snabdeva vodom iz zemljišta preko sistema korena. Pri proučavanju vlažnosti zemljišta, potrebno je poznavati izvesne njegove hidrološke karakteristike.

M a k s i m a l n a k o l i č i n a v o d e u zemljištu se nalazi onda kada ona ispunjava sve pore u zemljištu. Pri takvoj vlažnosti porast i razvitak kulturnih biljaka se teže odvija, pošto u zemljištu nedostaje vazduh, koji je neophodno potreban za disanje korena. Zemljište može biti maksimalno zasićeno raznim količinama vode u zavisnosti od svoga sastava. Što je u zemljištu više humusa to je potrebna veća količina vode za njegovo zasićenje. Peščano zemljište se zasićava manjom količinom vode.

Maksimalna količina vode koja zasićava zemljište ravna je ukupnoj zapremini pora u zemljištu. Poroznost zemljišta može se odrediti pomoću sledeće formule (26):

$$p = \frac{S_T - S_V}{S_T} \cdot 100\% \quad \text{ili} \quad p = \left(1 - \frac{S_V}{S_T}\right) 100\%$$

u kojoj su S_T-specifična težina zemljišta, i S_V-zapreminska težina zemljišta.

S p e c i f i č n a t e ž i n a z e m l j i š t a (S_T) predstavlja odnos između težine čvrstog dela zemljišta i težine vode iste zapremine. Ona zavisi od sadržine mineralnih i organskih čestica u zemljištu. Kod mineralnih zemljišta specifična težina se kreće oko 2,4—2,6. Sa povećavanjem organskih materija u zemljištu specifična težina mu opada. Specifična težina organskih tresetnih zemljišta ne prelazi 1,2.

Z a p r e m i n s k a t e ž i n a z e m l j i š t a (Sv) je težina 1 cm³ apsolutno suve zemlje u prirodnom stanju. Veličina zapreminske težine varira za različita zemljišta u dosta širokim granicama, od 0,5 do 1,8 grama na cm³.

Primer: Ako je $S_T = 2{,}5$, a $S_V = 1{,}5$ g/cm³ onda je poroznost

$$p = \left(1 - \frac{1{,}5}{2{,}5}\right) \cdot 100 = 40\%.$$

Veoma je redak slučaj u prirodi da su sve pore zemljišta ispunjene vodom. Ovo se može dogoditi samo u proleće posle otapanja snega, kada je na izvesnoj dubini zemljište još zamrznuto, pa se voda iz gornjih slojeva ne može da probija kroz zamrznuti sloj u dublje slojeve. Ovo se isto događa i onda kada slobodni nivo podzemnih voda takođe ne dozvoljava da se voda od površine spušta u dublje slojeve. Inače u drugim slučajevima izvestan deo vode se probija u dublje slojeve, dok se jedan deo zadržava u uskim porama gornjih slojeva zemljišta, stvarajući ovde određen režim vlažnosti.

Sposobnost zemljišta da zadržava vodu je jedna od njegovih osnovnih osobina. Ta sposobnost nastaje usled adhezione sile između čestica vode i čestica zemljišta, a takođe i usled kapilarne sile. U zemljištu postoje tri vrste vode, i to: v e z a n a v o d a, k a p i l a r n a v o d a i g r a v i t a c i o n a v o d a (27).

V e z a n a v o d a predstavlja onaj deo koji obuhvata zemljišne čestice u vidu tankih opni i drži se na ovim česticama silom adhezije. Ova sila adhezije je dosta velika i dostiže u nekim slučajevima i do 50 atmosfera i više, što u velikoj meri prevazilazi silu usisavanja vode od strane korenja većeg broja biljaka, koja obično iznosi oko 8—12 atmosfera. Usled toga vezana voda nema nikakve koristi za biljke i zato predstavlja mrtvu zalihu vode. U stvari se može smatrati da je ova voda nepokretna i da nema uticaja na režim vode u zemljištu. U sitnozrnastim zemljištima količina vezane vode je veća nego u krupnozrnastim. U supeščanom zemljištu količina vezane vode iznosi 1,5—3% od težine suvog zemljišta, u suglinastom oko 6—8%, u glinastom oko 9—12%.

K a p i l a r n a v o d a ispunjava uske kapilarne otvore u zemljištu, i u njima se zadržava dejstvom sile kapilarnosti (meniskusa). Ova voda je pokretna i ona u stvari prelazi od vlažnijih prema suvljim mestima, i na taj način postaje pristupačna i korisna za korenje biljaka. Pri sušenju površinskog sloja zemljišta, kada nema padavina, kapilarna voda se kreće iz dubljih slojeva prema površini zemljišta.

G r a v i t a c i o n a v o d a postoji u zemljištu kada su otvori makropora odnosno superkapilara ispunjeni vodom usled dolaska u zemljište novih količina vode. Ova voda ima veću pokretljivost, a smer njenog kretanja je, pod dejstvom sile zemljine teže, od površinskih ka dubljim slojevima zemljišta.

Od ukupne količine vode u zemljištu biljke iskorišćavaju znatan deo kapilarne vode koja se u zemljištu zadržava silama manjim od usisavajuće sile korena.

Postoji nekoliko veličina kojima se izražava vlažnost zemljišta, i to: apsolutna vlaga, relativna vlažnost, vlažnost uvenuća ili koeficijent uvenuća, produktivna vlaga, maksimalni kapacitet vlažnosti, kapilarni vodni kapacitet i poljski vodni kapacitet.

A p s o l u t n a v l a g a zemljišta predstavlja količinu vode u gramima na 100 grama zemljišta.

R e l a t i v n a v l a ž n o s t z e m l j i š t a je zasićenost zemljišta u % (zasićenost do kapilarnog kapaciteta = 100%). Ova vlažnost može biti izražena u % težine ili u % zapremine. Obično se uzimaju procenti te-

žine. Veza između zapreminskih i težinskih procenata data je sledećom formulom:

zapremina % = težina % × 1,5

gde je 1,5 prosečna zapreminska težina zemljišta (28).

Koeficijent uvenuća ili vlažnost uvenuća je minimalna količina vode u zemljištu, pri kojoj se prekida porast biljaka, ali biljke ostaju još u životu. Pri takvoj maloj vlažnosti zemljišta, u tkivu biljaka se oseti nedostatak vode, koji se ne može nadoknaditi čak ni pri minimalnoj transpiraciji u toku noći. Ako u zemljištu ima manje vlage od koeficijenta uvenuća onda nastaje sušenje (uginuće) biljaka. Koeficijent uvenuća za razne biljke iznosi od 1,2 do 2,0 (26).

Produktivna vlaga ili fiziološki korisna vlaga je sva voda koju biljka iskorišćava u procesu fotosinteze, a veća je od koeficijenta uvenuća. Zaliha produktivne vlage u zemljištu iznad koeficijenta uvenuća menja se svaki dan u zavisnosti od padavina i isparavanja. U rejonima koji su dosta vlažni u zemljištu dubine 1 metar nalazi se u toku jeseni sadržina produktivne vlage oko 200—250 mm, tj. oko 2000—2500 m^3 vode na 1 hektar (27).

Ako se uzme da je isparavanje u toku dana u proletnjim i letnjim mesecima sa zemljišta pod kulturnim biljkama prosečno oko 2—3 mm, to je jasno da zaliha produktivne vlage od 100 mm pri dugom odsustvu padavina može, u najboljem slučaju, obezbediti životnu delatnost biljaka samo oko 50 dana. Zato je u ovakvim predelima potrebno vršiti navodnjavanje.

Maksimalni kapacitet vlažnosti (ili puni kapacitet vlage) je ona količina vode koja ispunjava sve pore u zemljištu. O njoj je već bilo reči ranije.

Za veliki deo kulturnih biljaka optimalna vlažnost zemljišta je 50—70% od maksimalnog zasićenja (26).

Kapilarni vodni kapacitet je ona količina vode koju zemljište, usled kapilarnih sila, može da drži iznad slobodne vodene površine podzemnih voda.

Poljski vodni kapacitet je ona količina vode koju zemljište može da zadrži pri dubokom nivou podzemne vode. Smatra se da je optimalna vlažnost zemljišta 60—80% od poljskog kapaciteta (29).

13. ISPARAVANJE

Isparavanje sa neke vlažne površine je različito u različitim klimatskim oblastima, ali ono ima dosta važan značaj u klimatologiji uopšte. Za opštu klimatologiju isparavanje je važno iz razloga što vlažnost vazduha zavisi delimično od količine isparene vode sa morske površine i površine zemlje. U agroklimatologiji isparavanje igra veliku ulogu, jer ono u stvari predstavlja transpiraciju biljaka a takođe i isparavanje sa listova, granja (kod drveća) i stabala. U bioklimatologiji isparavanje je važno zato što isparavanje sa površine kože i na nivou pluća znatno deluje na održavanje normalne temperature kod ljudi i životinja. Sem toga, isparavanje danas veoma interesuje i elektroprivredu pri akumulaciji vodenih masa kod izrade hidroelektričnih centrala, kao i vodoprivredu pri izradi tzv. mikroakumulacionih bazena, koji su od velike važnosti za poljoprivredu.

Kao što je iz meteorologije poznato, isparavanje stoji u pravom odnosu sa temperaturom i jačinom vetra. a u obrnutom odnosu sa relativnom vlagom i vazdušnim pritiskom.

Merenje isparavanja na našim meteorološkim stanicama pomoću Vildovog evaporimetra ne daje zadovoljavajuće rezultate. Dobiveni podaci ne odgovaraju stvarnim vrednostima isparavanja pod prirodnim uslovima, bilo sa slobodne vodene površine, bilo sa zemljine površine ili sa vegetacije. Pa ipak, pošto smo u ovim podacima dosta oskudni, to se u ovom trenutku moramo zadovoljiti podacima dobivenim merenjem Vildovim evaporimetrom, koji daje samo približnu sliku isparavanja u nekom mestu.

Dosta zgodnu relativnu veličinu isparavanja u nekoj klimatskoj oblasti pruža temperaturska razlika između suvog i vlažnog termometra, odnosno psihrometarska diferencija. Ova razlika zavisi takođe od deficita zasićenosti vazduha vodenom parom, od vazdušnog pritiska i od jačine strujanja vazduha. Prema tome, potrebno je, da se sem podataka temperature suvog i vlažnog termometra, koji služe za određivanje vlažnosti vazduha, izračunaju još i psihrometarske diferencije, kako bi se mogla odrediti veličina isparavanja.

Ule i Krebs su ustanovili da psihrometarskoj diferenciji od 1^0 odgovara isparavanje od 2 mm dnevno ili 0,083 mm na sat — na slobodnoj vodenoj površini obasjanoj suncem. Zato podaci psihrometarske diferencije predstavljaju klimatski elemenat. Ova diferencija i u drugom pogledu ima klimatološki značaj. Tako npr. naš osećaj temperature u znatnoj meri zavisi od psihrometarske diferencije.

U tablici 19. prikazane su vrednosti isparavanja za Beograd.

Tablica 19. Srednje vrednosti isparavanja u Beogradu za period 1931—1940. u mm

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
mm	12,3	19,0	43,2	58,6	63,5	67,6	85,7	73,0	57,2	34,0	22,5	15,2	551,8

Ovi podaci nam pokazuju koliko je isparavanje veće u toku leta od isparavanja u toku zime. Jer, dok je u julu isparilo u srednjoj vrednosti 85,7 mm, odnosno 85,7 litara sa 1 m^2, dotle je u januaru isparilo samo 12,3 mm, dakle, 7 puta manje.

14. OBLAČNOST

Oblačnost je pokrivenost neba oblacima, izražena u desetinama pokrivenosti ili u %. Oblačnost je veoma važan klimatski elemenat, pošto od nje zavisi dnevna amplituda temperature. Kao što je poznato oblačnost štiti zemlju od sunčeva zračenja, a sa druge strane i od jakog izračivanja same zemljine površine: usled toga veća oblačnost smanjuje dnevno kolebanje temperature vazduha.

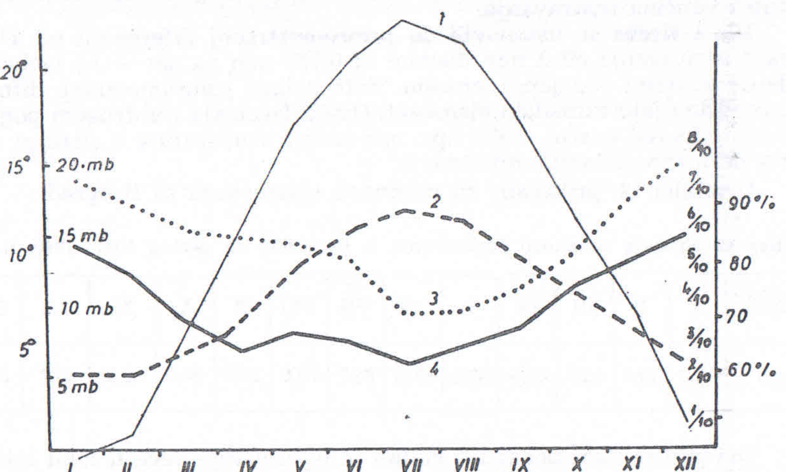
Srednja vrednost oblačnosti iznad Beograda za period 1925—1940. prikazana je u tablici 20.

Prema podacima iz tablice 20. srednja vrednost oblačnosti opada od zimskih prema letnjim mesecima, a zatim opet raste prema zimskim. Najveća je oblačnost u decembru, a najmanja od juna do avgusta.

Tablica 20. Srednja vrednost oblačnosti iznad Beograda u desetinama za period 1925—1940.

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
$\frac{1}{10}$	7,3	6,6	6,0	5,8	5,0	3,7	3,7	3,7	4,2	5,2	6,6	7,6	5,5

Kada se vrednosti oblačnosti iz tablice 20. uporede sa vrednostima relativne vlažnosti iz tablice 17. vidi se da se oblačnost u svome godišnjem toku podudara sa godišnjim tokom relativne vlažnosti, tj. što se vazduh više bliži stanju zasićenosti to je oblačnost veća. Međutim, godišnji tok oblačnosti stoji u obrnutom odnosu sa temperaturom i pritiskom vodene pare. Ovaj se odnos može najbolje prikazati grafički, gde se u jedan isti koordinatni sistem, sa različitim podelama na ordinati, ucrtaju vrednosti za temperaturu, relativnu vlažnost, parni pritisak i oblačnost. Ovakav prikaz za Beograd za period 1921—1940. godine vidi se na slici 9.



Sl. 9. Godišnji tokovi temperature vazduha (1), parnog pritiska (2), oblačnost (3) i relativne vlažnosti (4) u Beogradu za period 1921—1940. g.

Tablica 21. Apsolutno najvedriji i apsolutno najoblačniji meseci u Beogradu za period 1921—1940. g.

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.	Kol.
Najvedriji	5,5	4,6	3,4	3,7	3,9	3,0	1,8	2,3	2,8	2,9	4,7	5,4	5,0	3,7
Najoblač.	8,7	8,6	7,4	7,3	7,3	7,0	5,6	5,3	6,9	7,1	8,1	8,7	6,2	3,4
Amplituda	3,2	4,0	4,0	3,6	3,4	4,0	3,8	3,0	4,1	4,2	3,4	3,3	1,2	1,2

Da bi se još bolje prikazao godišnji tok oblačnosti u Beogradu izneti su u tablici 21. na strani 38. podaci apsolutno najvedrijih i apsolutno najoblačnijih meseci.

Iz ove se tablice vidi da najvedriji mesec u svih 20 godina nije imao ni u jednom slučaju veću oblačnost od 5,5 (januar) niti manju od 1,8 (jul), dok kod meseci sa maksimalnom oblačnošću najveća oblačnost je 8,7 (januar i decembar), a najmanja 5,3 (avgust). Ekstremno godišnje kolebanje je 8,7 — 1,8 = 6,9.

15. DUŽINA TRAJANJA SUNČEVA SJAJA

Dužina trajanja sunčeva sjaja je takođe dosta važan klimatski činilac. Od dužine trajanja sunčeva sjaja zavisi i temperatura zemlje i vazduha nekog mesta, a takođe i sve ostale atmosferske pojave koje su sa temperaturom u neposrednoj ili posrednoj vezi.

Trajanje sunčeva sjaja ima veliki značaj za vegetaciju. Jer, pod uticajem sunčeve svetlosti događa se asimilacija, tj. opšte prerađivanje primljene hranljive materije u organsku materiju. Svetlost ima još i neke druge uloge u životnim funkcijama biljnog organizma (porast, cvetanje, klasanje itd.).

Sem napred iznetog, trajanje sunčeva sjaja je isto tako važno za zdravstvene prilike raznih krajeva, jer u velikoj meri ima uticaja na postojanje bezbrojnih mikroba i bakterija u vazduhu. Sunčevi zraci neposredno uništavaju najveći broj bakterija, prema tome imaju ulogu snažnog dezinfektora, oslobađajući vazduh od škodljivih klica i zametaka bolesti. Stoga se predeli sa sunčanim podnebljem smatraju kao zdravi predeli.

Najzad, trajanje sunčeva sjaja utiče u velikoj meri i na duševno stanje pojedinaca, pa i čitavih naroda. Sunčani dani imaju sasvim drugačiji uticaj na raspoloženje čoveka nego oblačni i tmurni. Kada je nebo vedro čovek je ne samo veseliji, nego i poduzetniji i voljniji za rad.

Po navedenim činjenicama se vidi, da uslovi sunčevog sjaja u raznim krajevima nisu samo čisto od naučnog interesa, nego da u velikoj meri imaju i praktičan značaj. Iz tog razloga je uvedeno da se na mnogim meteorološkim stanicama određuje trajanje sunčeva sjaja. Ovo određivanje vrši se, kao što je poznato, pomoću heliografa. Ali mada se heliografi postavljaju na što slobodnijem mestu, ipak se kod njih ne može eliminisati uticaj geografske sredine, pojedinih mesta, a to je baš ono što odgovara stvarnosti. Uzmimo npr. Hvar, koji je sa istoka i jugoistoka ograničen brdima, dok je prema jugu, jugozapadu i zapadu potpuno otvoren. Usled toga sunce je pri svome rađanju, i nešto docnije, sprečeno da obasja Hvar, a oko zalaska potpuno nesmetano sija.

Na jednom istom mestu jačina i trajanje sunčeva sjaja su proporcionalni veličini ugla pod kojim sunčevi zraci padaju, a obrnuto proporcionalni stepenu naoblačenosti. Prema svemu napred iznetom može se reći, da dužina trajanja sunčeva sjaja zavisi od:

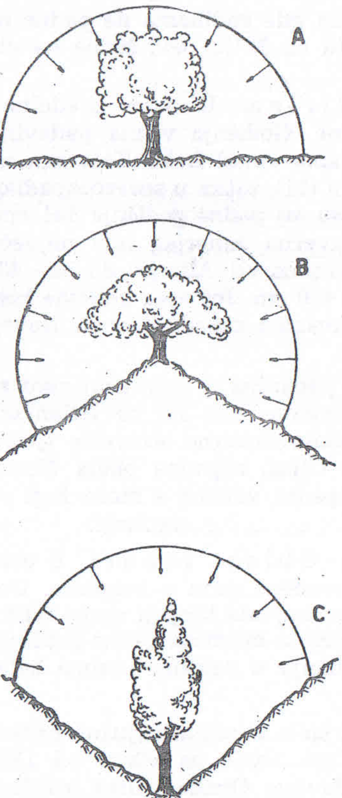
— geografske širine mesta,

— nadmorske visine,

— reljefa zemljišta i
— stepena oblačnosti.

Zavisnost dužine trajanja sunčeva sjaja od geografske širine sastoji se u tome što su na raznim geografskim širinama i različite dužine dana i noći.

Što se tiče zavisnosti dužine trajanja sunčeva sjaja od reljefa zemljišta najbolje će nam pokazati slika 10.



Sl. 10. Zavisnost dužine trajanja sunčeva sjaja od nadmorske visine i reljefa zemljišta

Sunce će najduže obasjavati voćku kada se ona nalazi na nekom istaknutom bregu i na većoj nadmorskoj visini (slučaj B), a najkraće kada se ona nalazi u nekoj uskoj dolini (slučaj C) i još ako je mala nadmorska visina.

Najzad, što je veća oblačnost u toku dana, to je slabije i kraće sijanje sunca. Zato letnji meseci, kada je oblačnost manja, imaju mnogo više sunčeva sjaja nego zimski meseci (u istim časovima dana) kada je oblačnost veća.

Pri određivanju dužine trajanja sunčeva sjaja bilo u mesečnom ili godišnjem iznosu treba uzimati u obzir sledeće vrednosti:

— Dužina stvarnog trajanja sunčeva sjaja u časovima u mesecu ili godini;
— Potencijalno (moguće) trajanje sunčeva sjaja;
— Relativno trajanje sunčeva sjaja;
— Srednji broj časova sa sunčevim sjajem na jedan dan.

U tablici 22. nalaze se vrednosti dužine trajanja sunčeva sjaja u Beogradu.

Kao što se iz ovih podataka vidi, najviše časova sa sijanjem sunca je u julu, a najmanje u decembru. Prema tome, godišnji tok trajanja sunčeva sjaja stoji u obrnutom odnosu sa oblačnošću.

Za praksu je od značaja relativno trajanje sunčeva sjaja u nekom mestu koje se izražava u % od mogućeg (potencijalnog) trajanja sunčeva sjaja. Takve vrednosti za Beograd prikazane su u tablici 23.

Tablica 22. Srednja dužina trajanja sunčeva sjaja u Beogradu za period 1925—1960. godine, u časovima

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Časovi	73	97	151	194	241	272	312	287	231	166	85	64	2173

Tablica 23. Relativno trajanje sunčeva sjaja u Beogradu 1925—1960. u %

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
%	26	33	41	48	52	58	66	66	61	49	30	23

Prema podacima iz tablice 23. izlazi da je relativno trajanje sunčeva sjaja 66% od mogućeg trajanja samo u najvedrijim mesecima julu i avgustu, dok je u najoblačnijem mesecu decembru samo 23%.

Srednji broj časova sunčeva sjaja na jedan dan takođe ima praktičnog značaja. Takve vrednosti za Beograd predstavljene su u tablici 24.

Tablica 24. Srednji broj časova sa sunčevim sjajem na jedan dan u Beogradu za period 1925—1960. godine

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Časovi/dan	2,4	3,4	4,9	6,5	7,8	9,0	10,1	9,2	7,7	5,4	2,8	2,1

Iz ovih se podataka vidi da sunce u toku dana najviše časova sija u julu, a najmanje u decembru. I prema ovim podacima se jasno vidi zavisnost dužine trajanja sunčeva sjaja kako od dužine dana tako i od oblačnosti.

16. PADAVINE

Život na zemljinoj površini je direktno ili indirektno u velikoj zavisnosti od padavina. Nije samo temperatura razlog što pojedini delovi zemljine površine nisu naseljeni ljudskim rodom već i odsustvo padavina od kojih najviše zavisi pojava i opstanak vegetacije.

Naročito u poljoprivrednoj klimatologiji padavine igraju bitnu ulogu. Jer ako nema dovoljno padavina onda nastaju dosta velike teškoće kako za biljni tako i za životinjski svet. Iz tog razloga se danas pokušava u mnogim zemljama da se proizvodi veštačka kiša i da se na taj način još više zagospodari prirodom.

Padavine i vlažnost vazduha su u približnom odnosu. Dovoljna količina padavina u nekom mestu povećava i vlažnost vazduha, dok nedostatak padavina prouzrokuje uglavnom suvoću vazduha (ali ne uvek).

Padavine kao elemenat pojavljuju se danas u raznim domenima ljudske aktivnosti i to, bilo kao štetan, bilo kao koristan elemenat. Predviđanje vremena, za kraći ili duži period, koje je jedno od glavnih ciljeva primenjene meteorologije, ograničava se za najveći deo privredne delatnosti na predviđanje padavina.

Regionalna raspodela padavina. — Raspodela padavina na zemljinoj površini, pored ostalih faktora, zavisi mnogo i od opšte cirkulacije vaz-

dušnih masa. U ekvatorskim predelima padaju velike količine padavina. Uzrok ovim padavinama su visoka temperatura i velika vlažnost vazduha. Male količine padavina padaju u oblastima gde se antipasatski vetrovi spuštaju ka zemlji. To su pustinjske oblasti između 30 i 40° geografske širine, kako na severnoj tako i južnoj polulopti. Količina padavina primetno raste u umerenim širinama od 40° severne širine prema severu, i od 40° južne širine prema jugu. To su oblasti preko kojih je znatno razvijena ciklonska aktivnost. U polarnim oblastima količina padavina se smanjuje, iz razloga što je vazduh, osobito zimi, veoma siromašan vodenom parom. U tim oblastima je veliki broj dana sa padavinama, ali je visina padavina veoma mala.

Godišnja raspodela padavina na zemlji prema Meinardusu, Brooksu i Huntu (30) prikazana je u tablici 25.

Tablica 25. Godišnja raspodela padavina na zemljinoj površini

Zone	Severna polulopta			Južna polulopta		
	Okean	Kopno	Cela zemlja	Okean	Kopno	Cela zemlja
90°—80° g.š.	11,2	11,3	11,3	3,0	1,7	1,8
80°—70° „	21,4	14,6	19,4	10,2	7,9	8,5
70°—60° „	68,3	30,6	41,7	48,8	17,0	45,9
60°—50° „	112,3	48,8	76,7	106,7	96,7	106,6
50°—40° „	135,1	51,3	91,2	121,9	79,8	121,0
40°—30° „	110,7	58,8	88,5	98,1	56,3	93,4
30°—20° „	89,7	67,8	81,4	92,0	66,1	86,0
20°—10° „	125,3	81,5	113,8	118,3	108,6	116,1
10°—0° „	199,2	140,5	185,8	141,4	152,5	144,1
Za celu poluloptu	123,7	62,7	99,7	106,5	75,7	100,7

L. Berg (30) deli zemljinu površinu, s obzirom na godišnju visinu padavina, na četiri zone:

1. T r o p s k a z o n a. U ovoj zoni padne godišnje više od 100 cm padavina, a u pojedinim mestima više od 200 cm (pa čak i do 1200 cm). Tropska zona se uglavnom prostire od 20° severne širine do 20° južne širine. Međutim, poznato je, da u ovoj zoni ne padaju svuda ovako velike količine padavina. Tako npr. na zapadnoj obali Afrike dosta kiše padne samo između 15° severne širine i 5° južne širine. U Južnoj Americi primorska oblast od 4 do 30° južne širine je u stvari pustinja. U oblastima tipičnih monsunskih vetrova (Indija, Kina i Japan) zone sa velikim količinama padavina nalaze se znatno severnije.

U tropskoj zoni je visina padavina u pojedinim predelima ravnomerno raspoređena u toku godine, dok je u nekim predelima taj raspored veoma neravnomeran, tako da u tim oblastima postoje sušni periodi. U oblastima sa godišnjom ravnomernom raspodelom padavina preovlađuju tropske prašume, dok u ovim drugim oblastima preovlađuju savane, tj. šumske stepe.

2. S u v a z o n a n i s k i h š i r i n a. U ovoj zoni padne u toku godine manje od 25 cm padavina. Ali suve oblasti na kopnu mogu se nalaziti i na višim širinama; npr. u Aziji do 53° s. š. u Južnoj Americi (Patagonija) do 50° j. š. U pasatskim oblastima nalaze se sledeće pustinje: Sahara, Arabija, Mesopotamija, Kalahari, Atakama i uopšte suva zona severnog Čilea i Perua, Donja Kalifornija i pustinje u niskom Koloradu, često i pustinje u Australiji. U svim ovim oblastima ne postoje uslovi za kondenzaciju vodene pare, pošto većinom vetrovi duvaju od kopna prema moru ili duvaju od hladnijih ka toplijim oblastima.

Ima izvesnih mesta u nekim pustinjama gde godinama ne padne ni kapi kiše. Takav slučaj je u Asuanu na Nilu na 20°02' sev. širine na visini 128 m.

3. V l a ž n a z o n a u m e r e n i h š i r i n a. U ovim predelima padne preko 25 cm padavina u toku godine. Godišnja visina padavina može biti i znatno viša, kao npr. u Crkvicama iznad Boke Kotorske na visini 1097 metara gde padne godišnje 493 cm (31), zatim u severozapadnoj Engleskoj na prevoju Stajheda (Styehead 490 m) padne godišnje 431 cm; u Norveškoj u Bergenu padne 215 cm. Severna Amerika ima najveće padavine u primorskim predelima Tihog Okeana od Aljaske do oko 45° sev. širine, gde padne godišnje preko 300 do 400 cm. Još veće količine kiše padnu u Južnoj Americi na obali Tihog Okeana i zapadnoj obali Novog Zelanda.

Uopšte, oblasti sa velikim količinama padavina u umerenoj zoni se obično nalaze na zapadnim obalama kontinenta, kao što su Atlantska obala Evrope, severozapadna primorska oblast Severne Amerike (južni deo Aljaske, država Vašington), južni deo Čilea, zapadna obala Novog Zelanda. U ovim predelima preovlađuju zapadni vetrovi s mora koji su vlažni i donose padavine.

4. S u v a z o n a v i s o k i h š i r i n a - O b l a s t t u n d r i. U ovoj zoni su niske temperature i mala količina vodene pare u vazduhu. Godišnja visina padavina je do 25 cm. Ova zona zahvata krajnji sever Sibira i Severne Amerike. U oblasti Antarktika u nekim mestima padne godišnje 4 cm, dok prema podacima izvesnih ekspedicija u nekim mestima zaleđenog kopna padne do 30 cm.

Najveće izmerene visine padavina (32) su u Čerapunji (južne padine Himalaja), na zaravni bregovitog kraja Kazi. Ovde na visini od 1310 metara padne u toku godine 1102 cm padavina. Ovako velika količina padavina je posledica uzdizanja toplih i vlažnih monsunskih vetrova, koji leti duvaju od Indijskog okeana prema Indijskom poluostrvu. Interesantno je navesti, da je 1861. godine u Čerapunji palo 2299 cm padavina, a samo u julu te godine je palo 930 cm.

Isto tako velike količine padavina padnu u podnožju Kamerunskih planina. Tako u mestu Debundža padne oko 950 cm godišnje.

Ovde će se još navesti i neka mesta u kojima padne veoma malo padavina u toku godine (27): Djedah (pri obali Crvenog mora) ima godišnje 8 cm padavina, Aden i Perim po 6 cm, Kartum 12 cm, Aleksandrija 22 cm i Kairo 8 cm. U Sahari je prosečno još manje padavina.

Najveća dnevna visina padavina od 1562 mm je izmerena u Čerapunji 25. jula 1910. godine. U našoj zemlji je najveća dnevna visina padavina od 480 mm pala u Crkvicama 21. XI 1927. godine.

17. SNEŽNI POKRIVAČ

Snežni pokrivač je važan klimatski faktor na srednjim i višim geografskim širinama. Podaci snežnog pokrivača su neophodni pri rešavanju izvesnih praktičnih problema. Snežni pokrivač na zemlji interesuje danas mnoge privredne grane. Poljoprivrednike interesuje snežni pokrivač, kao zaštitnik ozimih useva od zimskih mrazeva, a sem toga od njega se dobija i zaliha vode u zemljištu, koja služi biljkama naročito u suvim prolećnjim danima.

Visina, gustina i trajanje ležanja snega na zemlji interesuje takođe i hidrotehničare, zbog porasta reka pri proletnjem topljenju snega, kao i pri izradi raznih akumulacionih bazena, bilo za navodnjavanje ili za dobijanje mehaničke i električne energije. Sem toga, elektroprivreda mora da vodi računa o snežnom pokrivaču i zbog opterećenja električnih dalekovodova. Opterećenje dalekovoda ne predstavlja neku opasnost naročitog značaja, sem u slučaju ako pada jako vlažan sneg u krupnim pahuljicama koje se na dalekovodima brzo zamrzavaju i opterete ga do te mere da može doći do njegovog kidanja.

Građevinska delatnost se mora takođe interesovati za debljinu snežnog pokrivača, zbog opterećenosti krovova na zgradama. U predelima gde pada dosta snega izrađuju se strmiji krovovi na građevinama. Kod krovnih površina koje imaju nagib od najmanje 70^0 nema opasnosti od snežnog pokrivača, bez obzira na njegovu visinu koja se može obrazovati u našim klimatskim područjima. Inače treba uzimati kao maksimalno opterećenje kod običnog snega 400 kg/m^3, a kod mokrog snega u lavinama 600—800 kg/m^3.

Snežni pokrivač ima velikog značaja za drumski, železnički i gradski saobraćaj, jer ne samo da ga otežava, već ga često i potpuno onemogući. Takav snežni pokrivač je naročito onemogućio saobraćaj krajem zime i početkom proleća 1962. godine u našoj zemlji.

U narodnom zdravlju snežni pokrivač je takođe jedan od važnih faktora, jer je onda vazduh čistiji i svežiji sa manje zaraznih klica. Ali

Tablica 26. Podaci o snežnom pokrivaču za period 1949—1960. g.

Meteorološke stanice (nadmorska visina)		Visina snežnog pokrivača			
		Maksimalna visina u cm.	Srednji broj dana sa snegom visine		
			≥ 10 cm	≥ 30 cm	≥ 50 cm
Kopaonik	(1710)	176	138	110	80
Vlasira	(1190)	94	80	25	6
Mitrovac—Tara	(1082)	106	80	42	18
Sjenica	(1034)	63	49	9	2
Zlatibor	(1029)	93	61	21	1
Goč	(990)	110	58	29	12
Divčibare	(960)	99	60	29	16
Vranje	(458)	41	10	2	—
Kraljevo	(225)	90	20	5	2
Valjevo	(174)	67	22	6	1

treba imati u vidu da se razni bacili, koji škode zdravlju, znatno povećavaju u vodi posle topljenja snega.

Ovde će biti prikazani podaci o snežnom pokrivaču za period 1949. do 1960. godine (33) uglavnom u planinskim predelima Srbije. U tablici 26. nalaze se vrednosti visine snežnog pokrivača u cm i srednji broj dana sa snežnim pokrivačem.

Kao što se iz tablice 26. vidi na stanicama sa većom nadmorskom visinom je veća maksimalna visina snežnog pokrivača, a takođe i čestina dana sa visinom snega ≥ 10, ≥ 30 i ≥ 50 cm.

18. VETAR

Vetar je kao klimatski elemenat toliko važan da se često u izvesnim slučajevima smatra kao faktor koji određuje klimu. O tome imamo dovoljno jasan pojam ako razmislimo šta se događa u našim predelima (u Podunavlju) kad vetar promeni pravac i pređe npr. iz jugoistoka na jug, dakle samo za 45^0 azimutalnog rastojanja. Evo jednog takvog primera: 4. II 1950. godine srednja dnevna temperatura u Beogradu bila je $-9{,}8^0$. Uveče je počeo da duva dosta jak jugoistočni vetar koji je duvao preko cele noći. Sledećeg dana, tj. 5. II 1950. od 8 časova vetar je promenio pravac i počeo da duva sa jugo-jugoistoka. Srednja dnevna temperatura toga dana porasla je na $-4{,}9^0$. U toku 6. februara vetar je i dalje duvao iz jugo-jugoistočnog pravca, a temperatura je naglo porasla na $4{,}6^0$. Sneg je počeo da se brzo topi. 7. februara srednja dnevna temperatura je bila $4{,}4^0$ a u toku dana je počela da pada proletnja kiša. Ovde se vidi veliki preokret u vremenu koji je uslovljen promenom pravca vetra samo za 22.5^0.

Vetar prenosi sa sobom karakteristične osobine one klime odakle duva. Tako npr. ako dolazi sa mora i okeana on donosi osobine morske klime, a ako duva iz dubokih kontinentalnih predela donosi osobine kontinentalne klime.

Dejstvo vetra na prvom mestu odražava se na klimatskim elementima: na temperaturi i vlažnosti vazduha, a zatim od njega još zavise: oblačnost, padavine itd. Iz tog razloga klimatolozi su pri određivanju uticaja vetrova na klimatske osobenosti tražili vezu između pojedinih pravaca vetrova i ostalih klimatskih elemenata kao: temperature, relativne vlažnosti, oblačnosti, padavina itd. Tako su izrađivane razne ruže vetrova: termičke, atmičke, nefičke itd., gde su za svaki pravac vetra bile određene srednje verdnosti pojedinih elemenata.

Iz ovih raznih ruža vetrova moglo se odmah zapaziti da su različiti uticaji vetrova u različitim krajevima. U arktičkim predelima, promena pravca vetra izaziva slabe varijacije ostalih klimatskih elemenata, dok naprotiv, u srednjim širinama varijacije su relativno velike. Ovo dolazi zato što arktički predeli na velikom prostranstvu imaju manje-više jednoobraznu klimu, a umereni pojasevi, a naročito predeli zapadne Evrope, imaju u klimatskom pogledu znatne perturbacije, pošto se oni nalaze na graničnoj oblasti vrlo različitih klimata. Stoga vetrovi u ovim oblastima uslovljavaju donekle klimatske odlike onih predela iz kojih dolaze.

Vetar koji je moćno sredstvo za izmenu klime na velikom prostranstvu utiče takođe i na lokalnu varijaciju klime. Vetar s mora po danu i vetar s kopna po noći, zatim dnevni i noćni vetrovi između dolina i brda su uzroci momentanih — ponekad i vrlo osetljivih — promena u temperaturi, vlažnosti, oblačnosti pa čak i slabijim padavinama.

Brzina vetra ne pojavljuje se uvek kao elemenat klime. Ali brzina vetra utiče na intenzitet isparavanja, kako sa slobodne površine vode, tako i sa zemlje i biljnog pokrivača; ona dakle povećava transpiraciju biljaka, te se zato, pored pravca, i o brzini vetra mora voditi računa. Sem toga, pri traženju stalnih vazdušnih puteva koji su najsigurniji i najekonomičniji, treba i o brzini vetra voditi računa. U bioklimatologiji brzini vetra se takođe pridaje važnost, jer utiče na termičke uslove čovekovog tela, i to:

a) Brzina vetra modifikuje količinu toplote koju vazduh oduzima od tela u kontaktu sa njim; vazduh koji struji odnosi ovu toplotu od tela.

b) Brzina vetra utiče takođe na isparavanje sa površine kože; veća brzina vetra povećava isparavanje.

Zato vetrovi deluju u najviše slučajeva kao rashlađujuće sredstvo usled brzog odnošenja toplote. Niske temperature vazduha pri tihom vremenu se lako podnose, one su ponekad i prijatne. Naprotiv, iste niske temperature pri jačim vetrovima su nepodnošljive ili neugodne (slučaj košave u Podunavlju). Vetar, koji nije veoma vlažan, utiče da je i visoka temperatura nepodnošljiva, pošto on povećava isparavanje. Ali takav vetar može biti štetan za vegetaciju usled brzog isušivanja nežnih delova pojedinih biljaka.

Česti jaki vetrovi su uopšte neprijatelji za šumske sastojine. Oni dejstvuju na jače isparavanje i isušivanje listova i to prvo na vrhovima, zatim na krajevima lišća, koje se najzad proširuje do sredine. Ovo se naročito sreće u mađarskim pustarama. U aridnim oblastima je dejstvo vetra najjače. U ostalim klimatima ovom dejstvu se pridaje takođe dovoljna / važnost.

Iz tih razloga je pošumljavanje na velikim slobodnim površinama dosta teško, pre nego što se obrazuje neki zaštitnik vetra. Na mnogim mestima biljne kulture mogu samo uspevati ako su od vetra zaštićene (Azori, Provansa).

Raspodela vetra na zemlji uglavnom zavisi od raspodele vazdušnog pritiska. Sem toga, na pravac i brzinu vetrova utiče još i reljef zemljišta. Opšta raspodela preovlađujućih vetrova i vazdušnog pritiska na zemljinoj površini prema Hannu i Conradu (30) prikazana je u tablici 27.

Tablica 27. Raspodela preovlađujućih vetrova i vazdušnog pritiska na zemljinoj površini

Geografska širina	Severna polulopta					Južna polulopta			
	75⁰	60⁰	30⁰	10⁰	0⁰	10⁰	30⁰	60⁰	80⁰
Preovlađujući vetar	ENE	WSW	Tiho NE	ENE	Tiho	ESE	Tiho SE	WNW	ESE
Vazdušni pritisak u mb	1013,9	1010,6	1016,6	1010,6	1010,6	1011,9	1017,9	990,6	997,2

U tablici 27. predstavljena je opšta cirkulacija vazdušnog strujanja pri zemljinoj površini. Vetrovi između 30⁰ i ekvatora, kako na severnoj tako i na južnoj polulopti, predstavljaju u stvari pasatske vetrove, dok vetrovi između 30 i 60⁰, obe polulopte predstavljaju tzv. zapadne vetrove. Vetrovi između 75 i 60⁰, odnosno 80 i 60⁰, su polarni vetrovi, odnosno hladne polarne struje.

Tablica 28. Odstupanje temperature (Δt), apsolutne vlage (Δq), relativne vlažnosti (Δu) i oblačnosti (Δn)[1] pri raznim vetrovima od normalnih vrednosti u Beogradu

		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
Zima	Δt	−2,2	−1,7	−1,8	0,0	−0,6	0,3	1,9	3,9	5,5	6,7	2,8	1,1	−0,7	−1,2	−1,0	−1,0	−1,0
	Δq	−0,5	−0,2	−0,3	0,0	−0,1	−0,2	0,3	0,6	0,8	0,9	0,4	0,3	−0,1	−0,4	−0,3	−0,4	−0,2
	Δu	3	6	5	0	1	−4	−6	−9	−12	−16	−5	2	4	2	3	2	4
	Δn	14	16	16	8	3	−4	−10	−6	−3	−9	−2	10	12	8	13	11	−3
Proleće	Δt	−1,9	−0,7	0,0	0,4	0,2	−0,1	1,1	3,3	3,5	3,9	2,4	0,6	−1,0	−1,1	−1,8	−1,2	−0,5
	Δq	−0,8	0,1	−0,1	0,4	0,2	−0,1	0,4	0,3	0,2	0,4	0,5	0,3	0,1	−0,4	−0,7	−0,3	0,2
	Δu	0	1	−2	0	0	−3	−3	−9	−9	−10	−4	2	6	2	2	0	3
	Δn	5	7	2	5	0	−1	−1	6	2	−1	10	11	11	12	12	4	−12
Leto	Δt	0,9	1,5	2,3	2,7	1,4	2,6	2,1	4,9	4,4	2,9	0,8	−0,3	−2,3	−1,1	−0,4	0,0	−0,7
	Δq	−0,8	−0,6	−0,3	0,2	0,2	0,5	0,1	0,7	0,5	0,3	0,3	0,2	0,0	−0,4	−0,7	−0,8	0,3
	Δu	−4	−8	10	−8	−6	−8	−7	−13	−12	−9	−1	3	9	2	−2	−4	6
	Δn	6	4	2	11	−1	−13	−13	−1	−1	1	4	9	17	16	16	13	−11
Jesen	Δt	−1,4	1,5	1,4	1,1	0,0	0,1	1,5	4,1	4,6	4,8	3,1	0,1	−1,7	−1,2	−1,2	−1,4	−1,0
	Δq	−0,6	0,2	0,3	0,1	−0,2	−0,4	0,2	0,7	0,9	1,1	0,5	0,2	−0,4	−0,5	−0,6	−0,6	0,2
	Δu	1	−5	−5	−2	−3	−5	−5	−11	−13	−9	−7	2	5	2	−2	0	5
	Δn	19	7	4	13	4	−14	−9	−6	3	1	9	20	20	16	20	18	−7

[1]) Δn je izraženo u %

Uticaj vetrova na pojedine klimatske elemente najbolje se može videti iz tablice 28, u kojoj su prikazana odstupanja pojedinih klimatskih elemenata od normalnih vrednosti pri duvanju vetrova iz raznih pravaca za Beograd (34). Podaci u tablici 28. odnose se na period 1920—1945. godina.

Kao što se iz tablice 28. vidi, u toku zime su najhladniji severni i severoistočni vetrovi, a najtopliji iz južnog kvadranta. Temperatura vazduha je zimi pri tihom vremenu niža od normalne temperature. Ovo nastaje usled toga što je pri tihom vremenu zimi jaka radijacija zemljine površine, usled čega se hladi i prizemni vazduh.

U toku proleća su najhladniji severni i severozapadni vetrovi, dok su opet najtopliji iz južnog kvadranta. Međutim, u letnjim mesecima najhladniji su zapadni vetrovi a najtopliji iz južnog kvadranta. Za vreme jeseni su takođe najhladniji zapadni vetrovi, a najtopliji iz južnog kvadranta.

Odstupanja ostalih klimatskih elemenata su donekle u zavisnosti od temperature. Naime, severni vetrovi su hladni, ali pri njihovom duvanju apsolutna vlaga je obično manja od normalne, a relativna vlažnost je veća od normalne, dok su odnosi oblačnosti slični odnosima relativne vlažnosti vazduha. Pri duvanju južnih toplih vetrova apsolutna vlaga vazduha je veća a relativna manja od normalnih vrednosti. Oblačnost se takođe i pri ovim vetrovima menja u istom odnosu kao i relativna vlažnost vazduha.

III

SOLARNA I FIZIČKA KLIMA

19. POJAM SOLARNE KLIME

Solarna klima je ona klima, koja bi bila na zemljinoj površini pod uslovom, da je zemlja homogena, tj. da je cela zemljina površina sastavljena ili samo iz ravnog kopna, ili iz vode, i bez atmosfere iznad nje. Tada bi raspodela toplote na zemlji jedino zavisila od količine sunčevog zračenja (insolacije) i količine izračene toplote iz zemlje (radijacije). U tom slučaju sva mesta na istim geografskim širinama imala bi iste vrednosti insolacije i radijacije, pa prema tome i iste temperature na zemlji i u vazduhu. Količina toplote koju bi primila mesta na zemlji zavisila bi: 1) od intenziteta sunčevog zračenja, 2) od visine sunca nad horizontom, i 3) od dužine dana.

Ako bi iznad zemlje bio suv vazduh, bez vodene pare, raspodela toplote bi se samo malo izmenila. Ova izmena nastupila bi u apsolutnoj količini primljenje zračne energije i otpuštene toplotne energije.

Za klimatske pojave bila bi jedino merodavna geografska širina, pošto intenzitet zračenja sunca zavisi od geografske širine, odnosno od ugla pod kojim sunčevi zraci padaju na zemlju. Svaki uporednik imao bi određenu temperaturu vazduha, i izoterme na zemljinoj površini bile bi paralelne sa uporednicima, tj. one bi se pružale pravcem zapad-istok. U tropskim krajevima, gde sunčevi zraci padaju dosta upravno preko cele godine, intenzitet zračenja je mnogo veći nego na većim geografsikm širinama, a pogotovo u polarnim predelima, gde sunčevi zraci padaju mnogo kosije.

U ovakvim slučajevima klimatske prilike bile bi mnogo jednostavnije i sve bi se klimatske pojave menjale pravilno. Moglo bi se lako proračunati koliku količinu toplote primi svako mesto na zemlji, bilo u ma kom danu godine. Tako bi u isti dan svake godine neko mesto dobijalo istu količinu zračne energije, a pojave, koje su u vezi sa tom primljenom količinom toplote, ponavljale bi se svake godine u taj isti dan na isti način.

Takvo idealno klimatsko stanje, gde klima zavisi samo od količine sunčevog zračenja, naziva se *solarna* ili *matematička klima*.

20. FIZIČKA ILI REALNA KLIMA

Stvarna klima je od te idealne klime manje više izmenjenja, jer zemljina površina nije homogena nego sastavljena iz kopna i vode, ona nije ravna već ima mnogo neravnina. Sem toga, zemlja nije gola već pokrivena šumom ili niskom vegetacijom. Voda nije svugde tečna nego u

izvesnim predelima zaleđena. Vazduh nije potpuno suv, već ima u sebi manje ili više vodene pare. Na okeanima ima toplih i hladnih vodenih struja. Isto tako iznad cele zemljine površine ima toplih i hladnih, zatim vlažnih i suvih vazdušnih struja. Sve ovo utiče na raspodelu toplote na zemljinoj površini, tako da toplotno stanje vazduha u nekom mestu ne zavisi samo od insolacije i radijacije, već i od razmene toplote koja se vrši kako strujanjem vazduha tako i morskim strujama između različito zagrejanih predela na zemlji.

Sve su to važni činioci koji utiču na pravilnost solarne klime i menjaju je u *realnu* ili *fizičku klimu* raznih delova zemljine površine.

Prema tome, celokupno dejstvo raznih klimatskih činilaca na izvesnom mestu daje kao rezultat *fizičku* ili *realnu klimu*. Ovi klimatski činioci su u stvari *klimatski modifikatori* koji modifikuju solarnu klimu i pretvaraju je u fizičku ili realnu klimu.

21. KLIMATSKI MODIFIKATORI I NJIHOV ZNAČAJ

Kao klimatski modifikatori smatraju se oni činioci koji utiču na izmenu solarne klime i pretvaraju je u stvarnu fizičku klimu. Ukoliko je veći uticaj klimatskih modifikatora, utoliko je veća razlika između stvarne i solarne klime. A u tome se i izražava uticaj klimatskih modifikatora.

Prema veličini uticaja na solarnu klimu, klimatski modifikatori se mogu podeliti na:

— klimatske modifikatore prvog reda,
— klimatske modifikatore drugog reda i
— klimatske modifikatore trećeg reda.

U klimatske modifikatore prvog reda spadaju:

1. Nejednaka podela kopna i mora na zemljinoj površini;
2. Veličina i oblik kontinenata sa razuđenošću obala;
3. Susedstvo toplih i hladnih morskih i okeanskih vodenih struja.

Ovi modifikatori izazivaju velike razlike u solarnoj klimi i utiču na formiranje stvarnog podneblja, odnosno klime, kako u pojedenim mestima tako i u pojedinim predelima.

U klimatske modifikatore drugog reda spadaju:

1. Visina i pravac pružanja planinskih lanaca;
2. Reljef zemljišta uopšte, gde se uzima i ekspozicija, odnosno položaj mesta prema sunčevim zracima.

Ovi modifikatori modifikuju samo uslove normalne solarne klime na kopnu i daju klimi pojedinih krajeva više plastičnosti.

Kao modifikatori trećeg reda su: vegetacija, gde na prvom mestu dolazi šuma, zatim jezera, snežni pokrivač, pojedini klimatski elementi itd. Često pojedini modifikatori trećega reda mogu da se istaknu više od modifikatora drugog reda.

Ako se npr. posmatra promena temperature na zemljinoj površini, kao najvažnijeg klimatskog elementa, videće se, da se ona smanjuje sa povećanjem geografske širine. Ovo dolazi pre svega zbog toga, što na svako pojedino mesto sunčevi zraci padaju prosečno utoliko kosije uko-

liko je ono udaljenije od ekvatora, a zagrevajuća snaga zrakova je utoliko manja, što je manji ugao pod kojim zraci padaju na zemljinu površinu.

I zaista pri posmatranju izotermnih karata vidi se da su u unutrašnjosti Afrike srednje godišnje temperature veće od 28°, na Afričkoj obali Sredozemnog mora oko 20°, u našem Podunavlju oko 11°, a u najsevernijem delu Norveške oko 0°. Međutim, zbog uticaja klimatskih modifikatora opadanje srednjih temperatura od ekvatora prema polu nije pravilno, a isto tako nisu pravilne ni promene temperaturnih kolebanja (amplituda). Ovo isto važi i za ostale klimatske elemente.

Sem ovih napred navedenih modifikatora, postoje još i dva veoma značajna modifikatora koji se ne bi mogli ubrojati u neku od napred navedenih grupa. To su: *atmosfera kao klimatski modifikator* i *zemljina rotacija kao klimatski modifikator*.

Ovde će biti prikazan uticaj pojedinih klimatskih modifikatora na izmenu solarne klime. Prvo će se prikazati dejstvo atmosfere i zemljine rotacije kao klimatskih modifikatora, a zatim pojedinih modifikatora prvog, drugog i trećeg reda.

22. UTICAJ ATMOSFERE NA KLIMU

Ako se pretpostavi da je atmosfera sasvim čista i suva, tj. da u njoj nema ni vodene pare niti drugih čestica prašine, onda bi pri vedrom nebu na zemljinu površinu padala maksimalna količina sunčeve zračne energije. Međutim, ovako čista i suva atmosfera, kroz koju prolaze sunčevi zraci, absorbuje izvestan deo zračne energije, i tako oslabi intenzitet zračenja koje pada na zemlju. Sem toga, u atmosferi se još vrši i difuzna refleksija zračnog snopa, pa se jedan deo i tog zračenja izgubi i ne dospe do zemlje kao nebesko zračenje. Usled toga zemljina površina primi samo izvestan deo toplote od one količine toplote koja padne na gornju granicu atmosfere.

Ukoliko sunčevi zraci prave duži put kroz vazduh utoliko će biti više oslabljeni. Prema tome, zraci koji padaju na zemlju na višim geografskim širinama biće više oslabljeni, zbog kosine padanja, nego zraci koji padaju u ekvatorijalnim oblastima.

Ali ako bi atmosfera bila idealno čista i suva, njen uticaj kao modifikatora klime ne bi bio tako značajan. Međutim, u vazduhu iznad zemlje ima uvek nekih pridodataka kao što su razne čestice prašine i drugo. Sem toga, u vazduhu troposfere postoji stalno promenljiva količina vodene pare, koje ima mnogo više iznad mora i okeana nego iznad kontinentalnih predela. Količina vodene pare u vazduhu menja se od ekvatora prema polovima u istom odnosu kao i temperatura. To znači, količina vodene pare u zapreminskoj jedinici vazduha se smanjuje sa povećanjem geografske širine. Količina vodene pare u vazduhu se naglo smanjuje i sa povećanjem visine, tako da je u stratosferi (iznad 10—16 km) uopšte i nema.

Prema Ångströmovim osmatranjima (35) vodena para oslabi sunčevo zračenje apsorbovanjem za 20—32%. Po proračunu Abbota i Fowlea, vodena para apsorbuje tim manje sunčevo zračenje što je veća geografska širina. Prema ovim autorima je sunčevo zračenje oslabljeno selektivnim i neselektivnim apsorbovanjem vodene pare za 21%. Ovo važi za vedro nebo.

Atmosfera još više apsorbuje tamne toplotne zrake koje otpušta zemljina površina. Tako npr. od 10 do 20⁰ g. š. H_2O apsorbuje 70%, a CO_2 18%,

na umerenim širinama H_2O apsorbuje 45—65%, a CO_2 18%
u polarnim predelima „ „ 30%, „ „ 18%.

S obzirom na ovako veliki procenat apsorbovanog tamnog zemljinog izračivanja, naročito na malim geografskim širinama, hlađenje zemljine površine se usporava protivzračenjem atmosfere.

23. ZEMLJINA ROTACIJA KAO KLIMATSKI MODIFIKATOR

Usled zemljine rotacije vazdušne mase ne struje u pravoj liniji od mesta visokog ka mestu niskog vazdušnog pritiska već skreću, i to na severnoj polulopti udesno, a na južnoj ulevo od pravca horizontalnog gradijenta vazdušnog pritiska. Ovo se događa pod uticajem devijacijske sile koja je posledica zemljine rotacije.

Dejstvo devijacijske sile naročito se ispoljava kod stalnih vetrova pasata i antipasata. Kada ne bi bilo zemljine rotacije onda bi ovi vetrovi imali meridijanski pravac. Antipasati bi na visini duvali od ekvatora prema polovima, a pasati od polova prema ekvatoru. Znači, topao vazduh bi od ekvatora na izvesnoj visini strujao prema polovima a hladan u prizemlju od polova prema ekvatoru. Ovakvo stalno strujanje vazdušnih masa bi činilo klimu dosta jednostavnijom nego što je ona u stvari.

Međutim, kako antipasati skreću od pravca gradijenta to se usled toga događa sledeće: Sa udaljenjem od ekvatora dejstvo devijacijske sile $2\omega \sin\varphi \cdot v$ je sve veće i antipasati skreću sve više prema istoku. Kada antipasati dođu do 30⁰ g. š. oni su već toliko skrenuli na istok, da približno imaju pravac zapad-istok. Tada skoro više na njih ne deluje sila horizontalnog gradijenta vazdušnog pritiska u pravcu ekvator-polovi, već preovlađuje sila devijacije zapad-istok. Usled toga na pojasu oko 30⁰ g. š. (na obema poluloptama) antipasati se moraju spuštati prema zemlji. Vazduh se u prizemlju nagomilava i obrazuje se stalni pojas visokog vazdušnog pritiska. U ovom pojasu, kao što je poznato, vlada tiho (suptropske tišine), vedro i suvo vreme, a to je baš posledica zemljine rotacije.

Od visokog vazdušnog pritiska iznad suptropskih širina duvaju prema ekvatoru pasati, a prema polovima (odnosno prema 60⁰ g. š.) tzv. zapadni vetrovi. I ovi vetrovi su posledica zemljine rotacije, odnosno nagomilavanja vazdušnih masa iznad suptropskih širina. Isto tako posledica zemljine rotacije je i skretanje ovih vetrova od pravca horizontalnog gradijenta vazdušnog pritiska. I ne samo skretanje ovih vetrova, već skretanje i polarnih vetrova nastaje usled zemljine rotacije. Tako da polarni vetrovi ne duvaju od polova do oko 60⁰ g. š. u pravcu meridijana, već imaju skoro istočni pravac.

Na osnovu napred iznetog se vidi, da zemljina rotacija odnosno devijacijska sila ima veoma velikog uticaja na opštu cirkulaciju vazdušnih struja iznad zemlje, a na taj način i na klimatske karakteristike. Jer kao što je napred izneto, vetrovi donose klimatske osobine iz onih predela odakle dolaze. Uzmimo npr. slučaj da stalni vetar usled svog skretanja

nailazi i prelazi preko nekog većeg jezera. Ako je dotični vetar bio suv, po prelazu preko jezera postaće vlažan i pri daljem kretanju uslovljavaće vlažniju klimu, što ne bi bio slučaj da vetar nije skrenuo.

Izmena klimatskih uslova usled zemljine rotacije naročito se ispoljava kod toplotnih odnosa na zemljinoj površini, kao i kod raspodele padavina, koja je znatno poremećena naročito u suptropskom pojasu. U ovom pojasu se umesto postepenog smanjivanja visine padavina prema polovima, najednom naiđe na suve krajeve, a zatim se prema višim geografskim širinama visina padavina počne naglo povećavati. Može se slobodno zaključiti da je zemljina rotacija uzrok pustinjske klime na suptropskim širinama.

Zemljina rotacija još utiče da se nejednakosti u raspodeli vazdušnog pritiska na zemlji dugo održavaju, osobito na višim geografskim širinama. Prema tome, rotacija pomaže i održavanju jačih klimatskih kontrasta i većih klimatskih razlika (35).

24. UTICAJ KOPNA I MORA NA KLIMU

More se pod uticajem insolacije manje zagreva nego kopno na istoj geografskoj širini. Ovo dolazi usled toga što se voda drugačije zagreva nego kopno. Pre svega specifična toplota vode je veća od specifične toplote kopna. Ako se uzme da je specifična toplota vode 1 g-kal. onda je specifična toplota zemlje po zapreminskoj jedinici (za 1 cm³) oko 0,5 g-kal. a po težinskoj jedinici (za 1 g) samo 0,2 g-kal. Ukoilko je kopno vlažnije utoliko je veća i njegova specifična toplota. Iz tih razloga specifična toplota raste sa dubinom manje ili više prema porastu vlažnosti vazduha. Stoga će i temperatura kopna biti pri istoj insolaciji dva puta viša nego vodenog sloja. Sem toga, poznato je da sunčevi zraci ne mogu prodirati dublje u unutrašnjost zemlje, već bivaju svi apsorbovani od strane aktivnog apsorpcijskog površinskog sloja, izuzev onih zrakova koji budu odbijeni od zemljine površine. Zato će se sva ova apsorbovana zračna energija utrošiti na zagrevanje aktivnog površinskog sloja.

Međutim, kod vode stvar stoji drugačije: Sunčevi zraci se više reflektuju na vodi nego na zemlji. Voda je donekle dijatermna i propušta sunčeve zrake u toku dana do oko 20 metara dubine. Naravno pri prolasku kroz vodu ovi zraci bivaju apsorbovani od vode i njihov intenzitet slabi, a voda se zagreva. Najviše će biti apsorbovano zračne energije na aktivnom apsorpcijskom površinskom sloju, ali će to biti manje nego na kopnu pod istim uslovima. Pa i ova manja zračna energija, koju je apsorbovao površinski sloj vode, ne iskoristi se sva na zagrevanje vode, već se jedan deo troši na isparavanje sa vodene površine. Pored toga vetar koji duva iznad vode proizvodi u vodi mehaničku konvekciju (turbulenciju), koja od gornje površine zagrejanu vodu nosi u dubinu. Na taj način manja količina toplote raspoređuje se u vodi na veću masu nego što je to slučaj kod kopna. Stoga je temperatura vodene površine znatno niža nego temperatura kopnene površine.

Iz tih se razloga voda prilikom radijacije sporije i slabije hladi nego kopno. Zato se kopnene površine, pri istoj jačini sunčevog zračenja brže i više danju zagrevaju, a isto tako se noću brže i više hlade nego vodene. U vezi sa temperaturom podloge menja se i temperatura vazduha iznad podloge, i to:

1. Vazduh će iznad kopna u popodnevnim časovima u toku leta imati mnogo višu temperaturu nego vazduh iznad vodene površine;

2. Vazduh se iznad kopna noću i zimi mnogo brže i mnogo jače rashladi nego vazduh iznad vodene površine.

Iz ovoga se neposredno dobiju dva glavna tipa klime u odnosu na temperaturu: k o n t i n e n t a l n i i m a r i t i m n i tip. Kontinentalna klima vlada na velikim kontinentima a maritimna na velikim morima i okeanima. Kao prelazni tip klime je p r i m o r s k a ili l i t o r a l n a, koja u stvari predstavlja mešovit tip u kome se osećaju uticaji kako kontinentalne tako i maritimne klime. Pošto primorska klima ima nekoliko samostalnih, karakterističnih crta, to se ona može izdvojiti kao zaseban klimatski tip.

Razlika između kontinentalne i maritimne klime, s obzirom na temperaturu vazduha, može se najbolje videti, ako se uzmu u razmatranje godišnji tokovi temperature za dva mesta, koja se nalaze na približno istoj geografskoj širini, a od kojih je jedno u oblasti kontinentalne, a drugo u oblasti maritimne klime. Ovde su izabrana takva mesta, i to: Hebridi na Hebridskim ostrvima na zapadnoj obali Škotske i Kirensk u istočnom Sibiru na reci Leni (3). Ta mesta imaju sledeće geografske koordinate: Hebridi 57°32' s. š., 7°42' z. d. i 50 metara nadmorske visine; Kirensk 57°47' s. š., 108°7' i. d. i 263 metra nadmorske visine. Godišnji tokovi temperature za ova dva mesta prikazani su u tablici 29.

Tablica 29. Godišnji tokovi temperature vazduha na Hebridskim ostrvima i u Kirensku

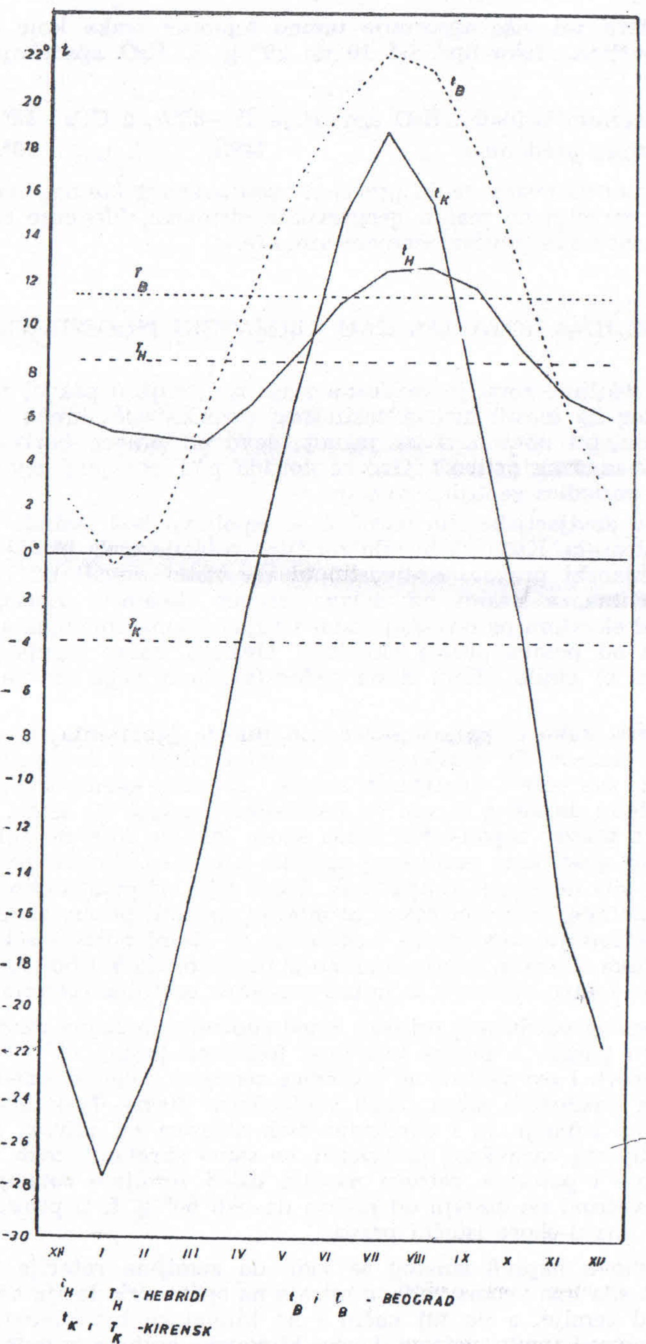
Meseci / Stanice	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.	Amplituda
Hebridi	5,4	5,2	5,0	6,7	8,9	11,2	12,6	12,8	11,9	9,3	7,1	6,2	8,6	7,8
Kirensk	—27,3	—22,4	—13,0	—2,2	6,9	15,1	18,7	15,6	7,0	—2,8	—15,7	—21,6	—3,8	46,0

Srednje temperature po godišnjim dobima su sledeće:

	zima	proleće	leto	jesen
Hebridi	5,6	6,7	12,2	9,4
Kirensk	—24,6	—2,8	16,3	—3,8

Kao što se iz napred iznetih podataka vidi zima je na Hebridima toplija, a leto nešto prohladnije nego u Kirensku. Razlika između srednje mesečne temperature najtoplijeg i najhladnijeg meseca u godini je na Hebridima 7,8°, a u Kirensku 46,0°. Od zime prema proleću temperatura se povišava u srednjoj vrednosti na Herbidima samo za 1,1°, a u Kirensku za 21,8°. Proleće je na Hebridima prohladno, a jesen toplija; u Kirensku, naprotiv, proleće je toplije nego jesen. Na Hebridima je srednja temperatura aprila niža od srednje temperature oktobra, dok je u Kirensku obrnuto.

Termičke karakteristike kontinentalne i maritimne klime će se još bolje videti ako se brojne vrednosti iz tablice 29. predstave grafički. To je učinjeno na slici 11.

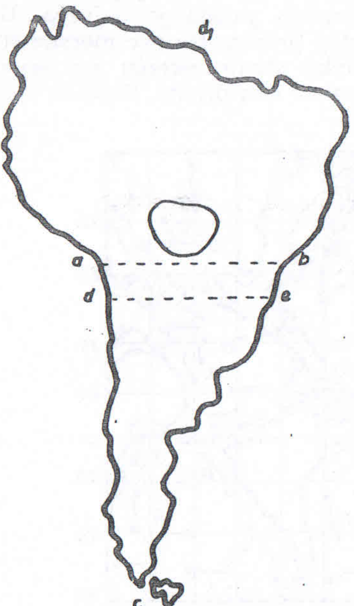


Sl. 11. Godišnji tokovi temperature vazduha (t) i srednje godišnje temperature (T) t_H i T_H — Hebridi; t_K i T_K — Kirensk; t_B i T_B — Beograd

Prema temperaturnim krivim linijama t_H i t_K može se izvesti sledeći zaključak: 1. Godišnji tok temperature (t_K) na kopnu je mnogo izrazitiji nego na okeanu (t_H). Godišnje kolebanje temperature je na kopnu oko 6 puta veće nego na okeanu (46,0:7,8). 2. Temperatura se na kopnu od zime prema letu naglo povećava, a od leta ka zimi naglo smanjuje, dok su na okeanu ove pojave znatno ublažene. 3. Ekstremne temperature su na kopnu u januaru i julu, a na okeanu u martu i avgustu, dakle, kasnije nego na kopnu.

Iz ovih izlaganja se vidi, da su na kopnu mnogo veće i naglije promene temperature vazduha nego na moru, odnosno okeanu. Prema tim osobinama se kontinentalnoj klimi daje atribut e k s c e s i v n a k l i m a, a za maritimnu klimu se kaže da je l i m i t i r a n a ili u b l a ž e n a (35). Ovo poslednje uglavnom važi i za litoralnu, primorsku klimu. Prelazi od jednog u drugi klimatski tip su uglavnom postepeni ukoliko ne postoje neki sekundarni uticaji koji mogu da poremete ovaj prirodni tok.

Da bi se video odnos termičkih klimatskih osobina Beograda prema mestima sa izrazitom maritimnom i izrazitom kontinentalnom klimom, na slici 11. je predstavljen i godišnji tok temperature (t_B), kao i srednja godišnja temperatura (T_B) za Beograd za period 1888—1960. godine (36).



Sl. 12. Južna Amerika

Veći temperaturni ekstremi kopnenih predela, i uopšte osobenosti kontinentalne klime, ispoljavaju se u izvesnim predelima sve jače ukoliko su ti predeli više udaljeni od obale. Drugim rečima, što je kontinent veći i što se dublje zađe u njega naići će se na veće temperaturne ekstreme.

Obrnuti slučaj je ako veće vodene površine opkoljavaju manje kopnene površine. Tu se temperaturni ekstremi smanjuju. Ovo isto važi i za vrlo uzana i izdužena kontinentalna poluostrva, gde će skoro biti nepromenjena maritimna klima. Uticaj maritimne klime proširivaće se tim dublje u kopno što je obala bogatija zalivima, odnosno što je razuđenost kopna veća.

Kao primer za ovo može poslužiti oblik kontinenta kao što je Južna Amerika (slika 12).

Na slici 12. se vidi da je južni deo ovog kontinenta veoma uzan, i zato se na njemu ne može razviti prava kontinentalna klima. Prema tome, južna polovina (a—b—c) zavisiće veoma mnogo od uticaja mora. Međutim, severna polovina Južne Amerike (a—b—d₁) je veoma pogodna za stvaranje kontinentalne klime. Ali linija a—b neće biti oštra granica između kontinentalne klime i neke primorske klime koja vlada u najvećem delu južne polovine kontinenta. Jer, severni, nerazuđeni deo kopna će svoj klimatski uticaj proširiti i južnije od linija a — b, možda do neke linije d — e. Zato se može reći, da granicu između kontinentalne i primorske klime čini

neki pojas ab — de u kome su klimatske karakteristike dosta neodređene, odnosno imaju prelazni karakter od kontinentalne prema primorskoj klimi.

Kao što okean utiče na modifikaciju klime, na sličan način utiču i jezera, naročito ako su velika i duboka. Uzećemo na primer Bajkalsko jezero u Sibiru. Ovo jezero je pokriveno ledom u januaru i u to vreme ono ima zagrevajuće dejstvo na obalu (od oslobođene toplote pri zaleđivanju vode). U januaru na Uškanjskom ostrvu (na sredini jezera) srednja temperatura iznosi —9,0°, dok u Verholensku, na istoj geografskoj širini, na udaljenju od 170 km od jezera, srednja temperatura iznosi —25,0°. Odavde se vidi da sa udaljenjem od jezera za svakih 10 km temperatura opadne za 1,0°.

Međutim, u julu Bajkalsko jezero utiče u rashlađujućem smislu na svoju obalu. Tako je srednja temperatura na Uškanjskom ostrvu u julu 10,0° a u Burguzinu (70 km od obale) srednja temperatura je 16,0°. Ali pošto jezera spadaju u modifikatore trećeg reda to ćemo o njima kasnije govoriti.

U vezi sa napred navedenim uticajima mora i kopna na klimu postoji i izvesna razlika između klime severne i južne polulopte. Na severnoj polulopti ima više kopna, a na južnoj mora. Zato južna polulopta približno do 40° južne širine, zbog preovlađujućeg mora, ima niže srednje godišnje temperature, nego odgovarajuće geografske širine severne polulopte. Na većim geografskim širinama od 40° temperaturni odnosi su obrnuti. To se objašnjava na ovaj način: Na manjim geografskim širinama srednja godišnja temperatura biće najveća tamo, gde je kroz celu godinu skoro podjednako intenzivno sunčevo zračenje u stanju da izazove najjače zagrevanje. To je slučaj na kopnu, sa malom specifičnom toplotom, i to na severnoj polulopti, koja ima više kontinentalnih masa. Na južnoj polulopti gde je veći deo zemljine površine pod vodom zagrevanje je manje i srednje godišnje temperature su niže.

Na većim geografskim širinama stvar stoji drugačije. Tamo je suma godišnjeg sunčevog zračenja sve manja, i vrlo nejednako podeljena u toku godine, a radijacija sve više dolazi do izražaja. Usled toga najniža godišnja temperatura biće tamo gde se zemljina površina najbrže hladi. To je baš slučaj na severnoj polulopti gde ima više kopna, koje se zbog svoje manje specifične toplote brže i jače hladi, nego ogromni prostori vodenih površina okeana na istim geografskim širinama južne polulopte.

P r o m e n a t e m p e r a t u r e o d o b a l e p r e m a u n u t r a š n j o s t i k o p n a. — Osnovna razlika između kontinentalne i maritimne klime (u termičkom pogledu) jeste: da su zimi temperature vazduha iznad kopna niže nego iznad okeana, dok je leti obrnut slučaj. Raspodela temperature vazduha iznad kopna i mora u toku zime i leta je takva, da se u najhladnijem mesecu januaru temperatura veoma naglo smanjuje od okeanske obale prema unutrašnjosti, i veoma se naglo prelazi iz maritimnih u kontinentalne klimatske uslove; međutim, u najtoplijem mesecu julu temperatura vazduha se povećava od okeana prema unutrašnjosti kopna. Ali na višim geografskim širinama postoji pravilo, sa izuzetkom nekih krajeva kao npr. zapadne obale Severne Amerike, po kome se temperatura vazduha u januaru dva do četiri puta brže snižava prema unutrašnjosti kopna, nego što se u julu povećava (35). Dakle, odnos horizontalnog termičkog gradijenta je između leta i zime približno u razmeri 1:2 do 1:4.

U t i c a j k o p n a i m o r a n a r a s p o d e l u p a d a v i n a. — S obzirom na različito zagrevanje mora i kopna, stvaraju se i različite

raspodele vazdušnih pritisaka, što uslovljava vetrove između mora i kopna. Ovi vetrovi imaju veliki uticaj na raspodelu padavina. Ako vetrovi u prizemlju duvaju sa mora na kopno, onda su oni vlažni i na kopno donose padavine. Međutim, ako duvaju sa kopna na more vetrovi su suvi i uslovljavaju suvo vreme. Ovde će se izneti neke karakteristike u pogledu padavina iznad mora i kopna, a prema predavanjima prof. P. Vujevića (35).

L e t i se kopno brže zagreva od okolnog mora. Zato je vazdušni pritisak iznad kopna niži, a iznad mora viši. Vetrovi u prizemlju duvaju od mora prema kopnu, a na visini od kopna prema moru. Iznad kopna postoji konvektivno strujanje vazduha uvis, a iznad mora silazno strujanje od visine prema moru. S obzirom na ovakvo strujanje raspodela padavina je sledeća: Najviše kiše padne u primorskim predelima, a što se ide dublje u kopno kiše padne sve manje. U centralnim delovima kopna je obično nebo vedro, vreme toplo i suvo. Ukoliko padne kiša ona je u vidu pljuska, zbog jakih ascendentnih strujanja vazduha iznad centralnog dela kopna. Ovakvi klimatski uslovi, koji su leti iznad centralnog dela kopna, karakteristični su za pustinjsku klimu.

Međutim, iznad mora odnosno okeana, gde se vazduh spušta i adijabatski zagreva, vreme je takođe vedro i suvo.

Z i m i su uslovi zagrevanja i hlađenja mora i kopna drugačiji nego leti. Na kopnu su zimi temperature niže nego na moru, a vazdušni pritisak je na kopnu viši nego na moru. Vetrovi u prizemlju duvaju od kopna prema moru, a na visini od mora prema kopnu. Iznad mora postoji uzlazno a iznad kopna silazno vazdušno strujanje.

Zbog silaznog strujanja iznad centralnih delova kopna nebo je vedro, noću je radijacija zemljine površine izrazita, a vreme je uglavnom hladno i suvo. Od kopna prema moru duvaju hladni i suvi vetrovi. Ali kad ovi vetrovi naiđu na topliju morsku pučinu oni se zagrevaju i postaju topliji i vlažniji, i to tim više ukoliko se udaljuju od obale prema središnim delovima mora. U središnim delovima mora topao i vlažan vazduh se uzdiže uvis, što uslovljava veliku oblačnost i obilne kiše.

O p š t e k a r a k t e r i s t i k e k o n t i n e n t a l n e i m a r i t i m n e k l i m e. — U središnim delovima kopna postoji i leti i zimi jedno jezgro u kome vlada suvo i vedro vreme. U ovom jezgru je zimi vrlo niska a leti vrlo visoka temperatura vazduha. Znači, zime su veoma hladne a leta veoma topla. Veliko je godišnje kolebanje temperature. Proleće je toplije od jeseni, kao što je slučaj u Kirensku, koji je napred prikazan. Ove osobine slabe ukoliko se ide prema primorju i postepeno se počnu mešati sa primorskim osobinama.

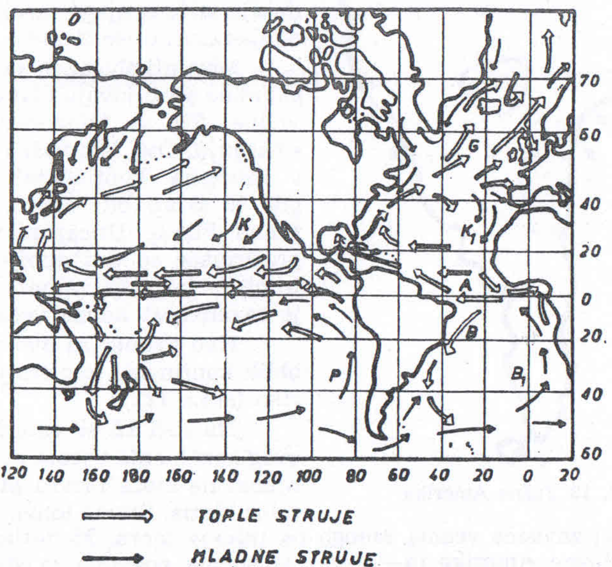
Iznad mora su u dva ekstremna godišnja doba klimatske karakteristeke suprotne nego što je slučaj iznad kopna. U središnim delovima mora su dosta ublaženi ekstremi temperature, sa vrlo malim godišnjim kolebanjem. Znači, temperaturna razlika između leta i zime je smanjena. Sem toga, u središnim delovima mora nema ovog jezgra sa suvim i vedrim vremenom, kako leti tako i zimi, kao što je slučaj na kopnu. To jezgro donekle postoji ali samo leti. Inače zimi, usled uzlaznih strujanja u središnim delovima mora, vreme je oblačno sa dovoljno padavina. Napomenimo još, da je iznad mora jesen dosta toplija od proleća, kao što je to slučaj na Hebridima (vidi tablicu 29 i sliku 11).

25. UTICAJ OKEANSKIH (HLADNIH I TOPLIH) VODENIH STRUJA NA KLIMU

Glavne okeanske vodene struje nastaju pod dejstvom vetrova. Kada duvaju jaki stalni vetrovi onda oni mogu na okeanima i velikim morima da izazovu strujanje vodenih masa u onom pravcu kuda vetar duva. Što su vetrovi postojaniji i jači tim će se i strujanje okeanske vode obrazovati do većih dubina, pa će i okeanske struje biti jače. Brzina okeanskih struja je znatno manja od brzine vetra koji ove struje prouzrokuje. Tako npr. pasati imaju brzinu oko 9—10 m/sek, a brzina ekvatorijalnih okeanskih struja iznosi samo oko 0,25 do 0,5 m/sek (35). Prema tome, horizontalna cirkulacija u površinskim slojevima vode, koja se ponekad prostire i do dubine 1 km (3) stoji takođe u tesnoj vezi sa opštom atmosferskom cirkulacijom.

Na zemlji, kao što je poznato, postoje dve vrste stalnih vetrova. To su pasati u tropskim predelima i zapadni vetrovi na umerenim širinama. U oblastima gde ovi vetrovi duvaju preko okeana stvaraju se izvesne okeanske vodene struje, koje imaju iste pravce kao i stalni vetrovi.

U blizini zapadnih obala kontinenata, a na istočnoj periferiji suptropskih anticiklona meridijalna komponenta pasata je najveća. Usled toga nastaje i morska struja približno istog pravca. Na ove morske struje deluje takođe devijacijska sila i morske struje skreću na severnoj polulopti udesno a na južnoj ulevo od pravca meridijana. Kako se u obla-



Sl. 13. Glavne okeanske vodene struje na Atlantiku i Pacifiku

sti ekvatora sučeljavaju severoistočni pasati sa severne polulopte i jugoistočni pasati sa južne polulopte, to se i morske struje sjedinjuju i dobijaju pravac prema zapadu. Ali na putu ovih okeanskih struja nalaze se kontinenti koji se pružaju pravcem sever-jug. Tako ekvatorijalna struja

pri svome kretanju na zapad naiđe na izvesne delove kopna i primorana je da menja pravac kretanja. Tako se ona počne kretati pored obale kontinenta na koji je naišla. Kao primer za ovo može najbolje poslužiti struja (A) u Atlantskom okeanu u oblasti ekvatora (sl. 13) koja ima pravac prema zapadu, dok ne naiđe na severni deo Južne Amerike i srednji deo Amerike (Meksički zaliv). Tu se ta struja razdvaja, pa jedan deo skreće prema jugu pored Brazilske obale, a drugi deo skreće prema severu i zatim prema severoistoku. Na taj način se obrazuje poznata Golfska struja (G) i Brazilska struja (B). Tok ovih struja vidi se na slici 13 (7).

Pošto je u ekvatorijalnom pojasu najjače zagrevanje, to će i ekvatorijalna okeanska struja biti ogroman rezervoar toplote. Ona svoju magaziniranu toplotu nosi sobom i onda kada skrene prema većim geografskim širinama kao Golfska odnosno Brazilska struja.

Sasvim su drugačije osobine tzv. povratnih okeanskih struja, koje teku sa viših prema nižim geografskim širinama. One nose sobom hladnu vodu iz viših širina i dolaze na niže širine kao prohladne struje u odnosu na okolinu gde dolaze. Ove hladne struje teku na nižim širinama duž zapadnih obala, a na višim duž istočnih obala kopna. Naročito su hladne ove povratne struje ako dolaze iz polarnih predela. One nose velike količine leda, koji se pri kretanju topi, ali kako se na topljenje leda troši toplota, to temperatura ovakvih struja ostaje obično oko 0°, sve dok se sav led ne istopi.

Sem ovakvih struja postoje još i takve morske odnosno okeanske struje koje nastaju delimično izdizanjem vode iz dubljih slojeva prema površini. Ove struje nastaju na sledeći način: Kada se voda nošena vetrom kreće od zapadnih obala nekih kontinenata, prema zapadu, onda se u priobalskom području obrazuju male vodene depresije na vodenoj površini. Da bi se ove depresije ispunile obrazuju se kompenzacione struje koje delimično dolaze sa viših geografskih širina, a delimično iz dubljih slojeva. Takve struje su Kalifornijska struja (K) kraj zapadne obale Amerike, Kanarska (K_1) kraj zapadne obale severnog dela Afrike (kod Kanarskih ostrva), Peruanska (P) pored zapadne obale Južne Amerike i Benguelska (B_1) kraj zapadne obale južnog dela Afrike.

Mora se još primetiti da su hladne struje u okeanima južne polulopte, naročito ove ovde navedene, znatno jače od struja severne polulopte. Ovo dolazi usled toga što su okeani na južnoj polulopti otvoreni prema Antarktiku. Tako prodire Peruanska struja kao hladna sve do ekvatora.

Uticaj okeanskih struja na klimu je u tome, što one usled svojih nižih i viših temperatura modificiraju toplotne odnose okeanskih obala do kojih dospevaju. Temperature vazduha na okeanskim obalama se tada povišavaju ili snižavaju pod neposrednim zapljuskivanjem toplih ili hladnih struja. Sem toga, obale se zagrevaju ili hlade pod uticajem toplih ili hladnih vetrova koji dolaze sa okeana, a koji su duže vremena bili u neposrednom dodiru sa toplim ili hladnim vazdušnim masama, te su i sami primili toplotne osobine ovih vazdušnih masa.

Okeanske struje imaju uticaj i na procese pri kruženju vode, tj. na vlažnost vazduha, oblačnost i padavine. Tople okeanske struje prouzrokuju energičnije isparavanje vode. Vazduh iznad njih ima u sebi uvek dovoljno vodene pare. Kad topao i vlažan vetar duva iz tih krajeva na hladniju obalu povećava se vlažnost vazduha, oblačnost i visina padavina, dok hladne

vazdušne struje utiču na smanjivanje isparavanja. Ako hladan vetar duva od hladnih okeanskih struja prema još hladnijoj obali neće biti nekih naročitih kondenzacionih procesa.

Po ovome izlazi da tople okeanske struje izazivaju na obalama povećanje relativne vlažnosti, oblačnosti i padavina, a hladne struje imaju suprotno dejstvo.

Za Evropu je naročito važna topla okeanska Golfska struja, koja zapljuskuje okeansku obalu severozapadne Evrope. Usled ove struje severna Evropa je odvojena od polarnog leda slobodnim morem na kome nema leda. U isto vreme su zapadni i jugozapadni vetrovi zbog ove struje dugo u dodiru sa vodom, čije su temperature i u zimskim mesecima relativno vrlo visoke. U tome je glavni uzrok blage klime severozapadne Evrope, gde su januarske temperature za 10 do 15° više nego na istim širinama istočnog primorja Severne Amerike.

Golfska struja omogućava da na atlantskim obalama Francuske uspevaju japanske kamelije, bambusi, juke, mirte i smokve. Dalje pri obalama Norveške ima višanja, jabuka sve do 65° severne širine; dotle dopiru i žita, a ječma ima do 70° severne širine. Topla Golfska struja je uzrok da je u Norveškoj glavno zanimanje stanovnika ratarstvo.

26. UTICAJ PLANINA NA KLIMU

Pojedine planine i planinski lanci utiču na klimu okolnih predela na nekoliko raznih načina i to:

1. Štite izvesne predele od vetrova (naročito planinski lanci);
2. Modifikuju klimu u njihovom području;
3. Služe kao uzroci stvaranja izvesnih vazdušnih struja.

26.1 PLANINE KAO ZAŠTITNICI OD VETROVA

Planinski lanci na umerenim geografskim širinama koji se približno pružaju zapad-istok, predstavljaju za svoje južne padine i njihove susedne predele zaštitu od hladnih polarnih vetrova i prema tome čine značajnu klimatsku među.

Na taj način deluje Alpski lanac, te se pri prelazu pojedinih prevoja sa severa ka jugu neposredno pređe iz srednjoevropske u sasvim različitu italijansku klimu. Od te zaštite imaju najviše koristi alpske doline, dok je gornjoitalijanska ravnica ponovo eskponirana i znatno hlađena.

Na taj način deluje i Kavkaz, koji se uzdiže kao kakav zid i razdvaja dve različite klime. Jer sa južne strane Kavkaza vlada veoma topla klima, a sa severne strane dosta hladna.

Sem toga, planinski lanci mogu da spreče opštu cirkulaciju vazduha i da na taj način stvore preduslove za postanak centara hladnoće, što dovodi do stvaranja većeg zaoštravanja klimatskih suprotnosti. Ako na primer planinski lanac deli unutrašnjost kopna od obale, onda će rashlađen vazduh u zimskim mesecima stagnirati u unutrašnjosti kopna i neće moći da otiče prema toplijoj obali. Isto tako od obale neće moći da dolazi topliji vazduh sa mora na kontinent, te će se na ovaj način prouzrokovati pojačanje zimske hladnoće, naročito ako se na kopnu nalazi snežni pokrivač. Ovo

će biti utoliko više ukoliko je veća geografska širina. Tako na primer ogroman planinski bedem Himalaja isključuje slobodnu izmenu vazduha između unutrašnjosti Azije i Severne Indije, i usled toga su velike temperaturne razlike u zimskim mesecima ovih dvaju predela. U toku leta je suprotan slučaj, jer planinski lanac sprečava prilaz i priticanje prohladnog i vlažnog morskog vazduha u centralne delove Azije, a usled toga se letnja žega povećava na kontinentu. To u stvari zaoštrava suprotnosti između predela južno i severno od planine.

Takav je isti slučaj kod velikih Makedonskih kotlina, kao što je Pelagonija, odnosno Bitoljsko-Prilepski basen, koji je sa svih strana opkoljen visokim planinama, i zbog toga ovaj basen ima vrlo oštre zime.

Na isti način deluju i planinski lanci duž obale Jadranskog mora i sprečavaju dublje prodiranje primorske klime u unutrašnjost kopna.

26.2 PLANINE KAO MODIFIKATORI KLIME U SVOM PODRUČJU

Uticaj planina na lokalnu ili regionalnu modifikaciju klime zavisi od više faktora, i to: oblika i nadmorske visine planina, pravca pružanja planina, orijentacije pojedinih planinskih strana i padina, geografske širine na kojoj se nalaze, položaja planina prema moru, njihove udaljenosti od mora, pokrivenosti planina šumom, travom ili večnim snegom i glečerima, geološkog sastava zemljišta i dr.

Ukoliko se radi o visokim i prostranim planinama ili planinskim lancima onda one toliko deluju kao klimatski modifikatori, da se u njihovom području obrazuje jedan specijalan ogranak kontinentalne klime, tzv. p l a n i n s k a k l i m a, o čijim će opštim osobinama biti kasnije govora.

Ovde će biti sada razmotreno dejstvo planina na modifikaciju pojedinih klimatskih elemenata.

26.2.1 SUNČEVO ZRAČENJE U PLANINAMA

Kada se govori o uticaju planina na sunčevo zračenje, onda se moraju uzeti u obzir dve stvari: 1. intenzitet direktnog i difuznog sunčevog zračenja i 2. dužina trajanja sunčeva sjaja.

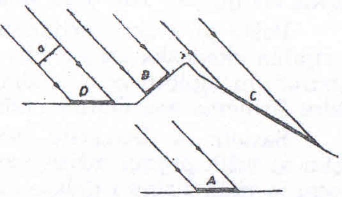
I n t e n z i t e t direktnog sunčevog zračenja, kao što je poznato, raste sa porastom nadmorske visine u planinskim predelima. Ovo nastaje usled smanjivanja gustine vazduha sa visinom, kao i usled smanjivanja pridodataka u vazduhu (vodene pare, čestica prašine i dr.) ukoliko je visina veća. Pošto zraci prođu kraći put kroz ređi i čistiji vazduh do planinskih vrhova, nego do ravnica na malim nadmorskim visinama, to će njihov intenzitet biti jači na planinama nego u ravnicama.

Sem toga, na količinu toplote koju će primiti zemljina površina od direktnog sunčevog zračenja, utiče još kako nagib tako i orijentacija planinskih strana. Na slici 14 je predstavljeno padanje zračnog snopa istog poprečnog preseka na padine koje su različito orijentisane i koje imaju različite nagibe a takođe i koje imaju različitu nadmorsku visinu.

Kao što se na slici 14. vidi, zračni snop sa poprečnim presekom *a* pada dosta koso na niziju *A* i na visoravan *D*. Na prisojnu stranu *B*

pada ovaj snop pod pravim uglom, dok na osojnu stranu *C* sunčevi zraci padaju pod veoma malim uglom i obasjavaju mnogo veću površinu nego na prisojnoj strani. U ovakvom slučaju najveću količinu toplote primiće prisojna padina *B*, zatim visoravan *D*, zbog svoje veće apsolutne visine, a nešto manje toplote će primiti ravnica *A*. Najmanju količinu toplote primiće osojna padina *C*, zbog najveće površine koju zračni snop obasjava.

I n t e n z i t e t d i f u z n o g (n e b e s k o g) z r a č e n j a, kao što je poznato, smanjuje se sa porastom nadmorske visine, zbog ređeg i čistijeg vazduha na većim visinama.



Sl. 14. Dejstvo sunčevog zračenja na neravnom zemljištu

I n t e n z i t e t r a d i j a c i j e (izračivanja) sa zemljine površine u planinskim predelima raste sa povećanjem nadmorske visine, i ovo nastaje zbog razređenosti vazduha, kao i zbog toga što vazduh na visini sadrži u sebi manje vodene pare i drugih čestica. Intenzitet radijacije sa zemljine površine u planinskim predelima povećava se brže sa visinom nego intenzitet direktnog sunčevog zračenja. Zato je dejstvo radijacije u planinskim predelima aktivniji faktor od dejstva insolacije, bar na umerenim širinama.

Zbog povećane insolacije i radijacije u golim i kamenitim visokim planinskim predelima stene se dosta naglo raspadaju usled intenzivnijeg zagrevanja i širenja danju, a hlađenja i stezanja noću. Tako se oko planinskih vrhova obrazuju oštri izreckani i šiljasti oblici (35).

D u ž i n a t r a j a n j a s u n č e v a s j a j a. — Kao što je napred rečeno (u čl. 15.) dužina trajanja sunčeva sjaja zavisi od geografske širine, nadmorske visine, reljefa zemljišta i stepena oblačnosti. Na slici 10. prikazano je kako dužina trajanja sunčeva sjaja zavisi od reljefa zemljišta. To važi i za planinske predele. Neka mesta u planinskim predelima imaju manje a neka više sunčeva sjaja u odnosu na ravnicu. Tako planinski vrhovi imaju više sunčeva sjaja nego ravnice. Međutim, uske ravnice i klisure imaju manje sunčeva sjaja nego prostrane ravnice. Sem toga, južne prisojne padine imaju veću dužinu trajanja sunčeva sjaja nego severne osojne padine.

Na dužinu trajanja sunčeva sjaja utiče i oblačnost. Pošto je leti oblačnost veća u planinskim predelima nego u ravnicama, to je dužina trajanja sunčeva sjaja u planinama leti manja nego u ravnicama. U zimskim mesecima je obratno. Sunce duže sija na planinskim vrhovima gde je oblačnost manja, nego u dolinama koje su zimi pokrivene oblacima ili maglom.

26.2.2 TEMPERATURA VAZDUHA U PLANINAMA

Temperatura vazduha opada sa porastom nadmorske visine, kako u slobodnoj atmosferi tako i u planinskim predelima. O uzrocima opadanja temperature sa visinom može se ukratko reći sledeće:

1. Prozračnost vazduha je uzrok što glavni izvor toplote za vazduh nije neposredno sunčevo zračenje, već zagrejana zemljina površina koja se zagreva neposredno tim sunčevim zračenjem.

2. Nejednako povećavanje intenziteta insolacije i radijacije sa porastom nadmorske visine, jer, ređi vazduh na većim visinama moći će da apsorbuje manje zračne energije direktnog sunčevog zračenja, ali će više gubiti toplotu radijacijom.

3. Ozračena površina i masa zemlje koja se zagreva i od koje se zagreva vazduh smanjuje se sa visinom, dok se na vrhu ili na grebenu teoretski ne svede na tačku ili liniju. Na visoravnima se planinska masa smanjuje do određene visine, ali od mesta gde počinje plato, površina se ne smanjuje. Prema tome, na platoima obasjanim sunčevim zracima, zemljina površina ima uslova za intenzivnije zagrevanje vazdušnih masa nego na padinama. Ovi uslovi su ponekad bliski uslovima na prostranoj niziji.

4. Jači vetrovi na većim visinama odnose danju zagrejani vazduh sa planinskih padina, vrhova i kosa, a na njegovo mesto donose hladniji vazduh iz slobodne atmosfere. Usled toga je zagrevanje vazduha iznad pojedinih planinskih delova danju usporeno. U toku noći, pri jakoj radijaciji na planinskim padinama i vrhovima, kretanje vazduha je usporeno, pa je temperatura vazduha dosta niska, i pored toga što je izračavajuća površina smanjena.

5. Uzdizanjem zagrejanog prizemnog vazduha i stvaranjem ascendentnih struja uz planinske strane, bilo termičkih ili dinamičkih, nastupa adijabatsko hlađenje vazdušnih masa koje se uzdižu.

Ali pri obrazovanju ascendentnih struja, sa vazduhom koji struji uvis, uzdiže se i vodena para koja sadrži u sebi latentnu toplotu. Tako se u visokim slojevima vazduha nagomilava vodena para a sa njom i latentna toplota. Kao što je poznato, prilikom kondenzacije na visini, tj. pri stvaranju oblaka, oslobađa se ova nagomilana toplota i zagreva gornje slojeve vazduha. Usled toga, opadanje temperature sa visinom se znatno smanji na većim visinama prema opadanju u prizemnim vazdušnim slojevima. Isto tako opadanje temperature je manje u vlažnijim predelima, gde ima više vodene pare i gde brže dolazi do kondenzacije, nego u suvim predelima, ako su svi drugi uslovi isti.

Može se uglavnom reći, da postoji dosta velika razlika u opadanju temperature vazduha sa visinom u pojedinim planinskim predelima. Ta razlika je posledica sledećih činilaca: 1. geografske širine, 2. udaljenosti od mora ili okeana, 3. reljefa zemljišta i 4. klimatskih uslova.

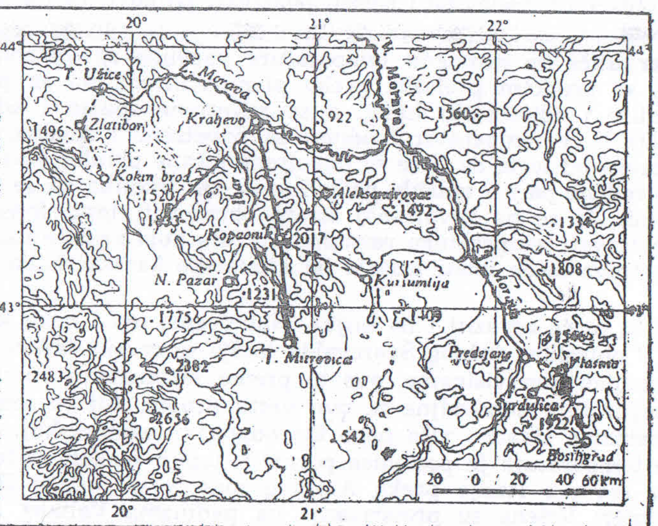
G e o g r a f s k a š i r i n a nema mnogo uticaja na veličinu vertikalnog temperaturnog gradijenta; sem u dubljim kontinentalnim planinskim predelima. Tako je prosečan godišnji vertikalni temperaturni gradijent u tropskim planinama 0,62°/100 m, dok je u planinskim krajevima umerenog severnog pojasa 0,55°/100 m (35)

U d a l j e n o s t p l a n i n a o d m o r a ili okeana ima uticaja na opadanje temperature vazduha sa visinom, ali izgleda, da su ovi uticaji različiti na nižim i višim geografskim širinama. Planinski krajevi u unutrašnjosti prednje Indije imaju veći vertikalni temperaturni gradijent nego planine pri Indijskom okeanu. Ovo se može objasniti na sledeći način: Voda u tropskim okeanima je preko cele godine hladnija od zagrejanog kopna. Vazduh iznad okeana je takođe hladniji od vazduha iznad kopna. Ali na kopnu blizu obale gde se vazduh intenzivno zagreva, okean će uticati na sniženje temperature prizemnog vazduha. Sa ovim će se smanjiti i vertikalni temperaturni gradijent. Ukoliko je visina veća utoliko je manji uticaj okeana, pa se uspostavljaju normalni uslovi u pogledu opadanja temperature vazduha sa visinom.

U unutrašnjosti kopna u tropskim predelima doline se jako zagrevaju preko dana, pa se usled toga poveća i vertikalni temperaturni gradijent. Prosečna vrednost godišnjeg vertikalnog temperaturnog gradijenta je u tropskim planinskim predelima u blizini mora 0,54°/100 m, dok je u tropskim planinskim krajevima u unutrašnjosti 0,63°/100 m (35).

Na višim širinama more ima suprotno dejstvo na temperaturu prizemnog vazduha kako leti tako i zimi. Ipak zimski zagrejavajući uticaj mora je mnogo jači nego letnji rashlađujući. Tako je zimi u primorskim planinskim predelima mnogo veći vertikalni temperaturni gradijent nego leti. Međutim, u unutrašnjosti kopna zimi je vertikalni temperaturni gradijent veoma smanjen zbog izrazitog hlađenja dolina i kotlina, dok je leti znatno veći zbog jakog zagrevanja ovih dolina i kotlina. Zimi u unutrašnjosti kopna postoje i izrazite inverzije temperature vazduha u planinskim predelima, dok tih inverzija nema u primorskim planinama. Prosečna godišnja vrednost vertikalnog temperaturnog gradijenta iznosi u primorskim planinskim predelima umerenih širina 0,65°/100 m, dok u unutrašnjosti kopna na istim širinama iznosi 0,55°/100 m, (35). Ipak ponegde lokalni uticaji mogu znatno da poremete ove odnose.

R e l j e f z e m l j i š t a može imati znatnog uticaja na promenu temperature vazduha sa visinom u planinskim predelima. Naročito su velike razlike između visoravni, platoa, blago nagnutih padina. Na planinama sa blagim nagibima i planinama koje imaju oblik platoa opadanje temperature vazduha sa visinom je sporije nego na strmim planinama. Osim toga, ekspozicija padina ima velikog uticaja na opadanje temperature vazduha sa visinom. Opadanje temperature sa visinom je izrazitije na



Sl. 15. Profil: Titova Mitrovica-Kopaonik i Kraljevo-Kopaonik

južnim planinskim padinama severne polulopte, nego na severnim padinama, jer je na podnožju južnih padina veće zagrevanje nego na podnožju severnih padina.

Kao primer navešćemo vertikalne termičke gradijente na profilu **Titova Mitrovica-Kopaonik i Kraljevo-Kopaonik** (37). **Ovaj profil prikazan je na slici 15.**

Srednje mesečne vrednosti vertikalnih temperaturnih gradijenata prikazane su u tablici 30.

Tablica 30. Vertikalni gradijenti temperature vazduha prema srednjim dnevnim temperaturama za period 1950—1956. g.

Meseci Profili	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
T. Mitrovica (526m) Kopaonik (1710 m)	0,43	0,51	0,65	0,74	0,73	0,71	0,74	0,72	0,65	0,53	0,46	0,36	0,60
Kraljevo (218 m) Kopaonik (1710 m)	0,35	0,39	0,56	0,66	0,64	0,65	0,63	0,61	0,57	0,48	0,42	0,39	0,53

Iz tablice 30. se vidi, da je vertikalni temperaturni gradijent na **profilu Titova Mitrovica-Kopaonik skoro preko cele godine veći nego na profilu Kraljevo-Kopaonik.**

Klimatski uslovi takođe imaju uticaja na promenu temperature vazduha sa visinom u planinskim predelima. To je u stvari dejstvo nekih klimatskih elemenata, koji deluju kao klimatski modifikatori na temperaturu vazduha. U ove klimatske elemente spadaju: vetar, vlažnost vazduha, oblačnost, padavine i snežni pokrivač. Njihovi uticaji su obično kombinovani.

Vetar utiče na promenu temperature vazduha sa visinom na taj način, što se prilikom prelaska preko planinskih masiva sa povetrene strane uzdiže i adijabatski hladi, a sa zavetrene spušta i adijabatski zagreva. Da li će temperaturni odnosi sa povetrene i zavetrene strane biti isti, zavisi od toga, da li se sa povetrene strane planine izvršila kondenzacija vodene pare i izlučile padavine ili ne. Ukoliko su se padavine izlučile onda će se na zavetrenoj strani obrazovati topli fenski vetar, koji će povišavati temperaturu vazduha. Toplota koja nastaje usled čestih fenskih vetrova može imati uticaja na klimatske karakteristike dotičnih predela.

Ovo se može odraziti i na biljke. Navešćemo ovde neke konkretne primere: U oblastima južnog Švarcvalda javlja se crvena bukva na dosta velikim nadmorskim visinama, gde bi prema nadmorskoj visini trebalo da su temperature nepovoljne za ovu vrstu drveta. Ali su temperature na tim visinama stvarno više nego što odgovara nadmorskoj visini. To povišenje temperature je posledica poznatih toplih fenskih vetrova, koji duvaju iz severne Italije preko Alpskog masiva ka južnoj Bavarskoj. Drugi primer: Vršena su proučavanja na padinama Velikog Arbera u Bavarskoj šumi, kada na raznim visinama pupoljci borovnice i bukve postižu dužinu od 4 cm, i kada je bukva otvorila svoje lišće. Pri ovim ispitivanjima je ustanovljeno, da su pupoljci na visini 750 do 855 metara **iznad mora pre dostigli dužinu od 4 cm nego u dolini. Tako je ustanovljena jedna topla padinska zona u kojoj su pupoljci dostigli dužinu od 4 cm za 6 dana ranije nego na vrhu brda, a za 9 dana ranije nego u dolini. Pri ovim ispitivanjima merene su još** i minimalne temperature u toku noći i ustanovljeno je, da su srednje minimalne temperature u ovoj toploj zoni bile za 1° više nego na vrhu brda, a za 2,5° više nego u podnožju brda.

Ove pojave se pripisuju od strane nemačkih stručnjaka uticaju toplih fenskih vetrova (38).

U vezi sa vetrovima deluju i ostali klimatski elementi kao modifikatori temperature vazduha. Tako npr. ukoliko su vetrovi vlažniji utoliko će pre nastupiti kondenzacija vodene pare pri njihovom uzdizanju. Isto tako, pri dovoljno vlažnim vetrovima će se na manjim visinama povetrenih padina izlučiti padavine.

Oblačnost ima velikog uticaja na veličinu opadanja temperature vazduha sa visinom. Pri vedrom nebu u toku noći, i zimi i leti, postoje uslovi za jako hlađenje dolina i kotlina, pa prema tome i za obrazovanje invenrzija temperature vazduha. Na taj način srednje dnevno opadanje temperature sa visinom je usporeno. Pri oblačnom vremenu uslovi su drugačiji. Noću su oblaci većinom niski — slojeviti stratusi — i oni smanjuju efektivnu radijaciju u nizinama i kotlinama. Na većim visinama — iznad oblaka — nebo je vedro i efektivna radijacija zemljine površine je intenzivnija, pa je i temperatura vazduha dosta niska. Prema tome, pri oblačnom vremenu, naročito zimi, vertikalni gradijent temperature vazduha je dosta izražen u toku noći u planinskim predelima.

Pri vedrom vremenu leti u toku dana, opadanje temperature vazduha sa visinom je dosta veliko zbog jakog zagrevanja dolina i kotlina. Ali ako nastupi uzlazno kretanje vazduha uz planinske strane, onda će se vazduh hladiti po suvoj odnosno vlažnoj adijabati, i nastupiće naoblačenje. To znači, da će pri oblačnom vremenu leti biti veći vertikalni temperaturni gradijent u toku dana, nego pri vedrom vremenu, ukoliko se nisu obrazovale uzlazne vazdušne struje. Međutim, ako pri vedrom vremenu postoje uzlazne vazdušne struje uz planinske strane, onda je vertikalni termički gradijent 1°/100 m, tj. ravan suvoadijabatskom gradijentu. Ovoliko veliki gradijent neće biti pri uzlaznom strujanju vazduha, kada postoji proces kondenzacije vodene pare i kada se na planinskim padinama stvaraju gomilasti oblaci, jer se tada uzdižući vazduh hladi od kondenzacionog nivoa po vlažnoj adijabati.

Snežni pokrivač u planinskim predelima je takođe veoma značajan modifikator temperature vazduha. Sa snežnog pokrivača se vrši veoma intenzivna radijacija, pa su usled toga niske i temperature vazduha iznad snežnog pokrivača. To je naročito slučaj u dolinama i kotlinama, gde se hladan vazduh nataloži i hladi, i tako se obrazuju temperaturne inverzije, koje u srednjem iznosu smanjuju temperaturnu razliku između dolina i planinskih vrhova.

Dnevni i godišnji tok temperature vazduha u planinama. — Dnevno temperaturno kolebanje se sa priraštajem visine u slobodnom vazduhu smanjuje, a slično je i u planinama; dnevno kolebanje temperature u planinama se uopšte sa visinom smanjuje, ali ne svugde, jer lokalni uslovi utiču znatno i na razne načine, kao npr. ekspozicija, lokalni vetrovi itd. Tako je srednje dnevno kolebanje temperature u Sarajevu 7,25° a na Bjelašnici samo 1,84°. Na obema stanicama su dnevna kolebanja u letnjim mesecima veća a u zimskim manja od ovih navedenih vrednosti.

Godišnje kolebanje temperature vazduha u planinama je manje nego u ravnicama ili u dolinama, gde je i zagrevanje i hlađenje jače. Ekstremi temperatura u planinama nešto zadocnjavaju, naročito minimum, koji se

često pojavi u februaru, a ponekad tek u martu. Pri početku proleća razlika temperature između visine i nizine je najveća, jer se na planinskim vrhovima ceo iznos sunčevog zračenja utroši na topljenje snega, dok se dole u nizini događa već snažno zagrevanje. Zato na planinskim visinama proleće počinje kasnije, ali se i leto najčešće produži u jesenje mesece.

Temperature vazduha na velikim visinama planina u odgovarajućim mesecima su znatno niže nego što su u dolinama i ravnicama. Ovo se jasno vidi kada se uporede srednje mesečne temperature u Sarajevu (537 m) i na Bjelašnici (2067 m).

26.2.3 VLAŽNOST, OBLAČNOST I ISPARAVANJE U PLANINAMA

1. A p s o l u t n a v l a ž n o s t odnosno pritisak vodene pare se smanjuje sa visinom i to brže nego vazdušni pritisak. Na visini oko 2000 m pritisak vodene pare spadne za polovinu od onog pritiska koji je bio pri zemlji.

2. R e l a t i v n a v l a ž n o s t ne pokazuje nikakvu pravilnu promenu sa visinom. U umerenim geografskim širinama u toku zime, leži danima i nedeljama neposredno iznad zemlje vazdušni sloj, koji je relativno zasićen vodenom parom. U letnjim mesecima ovaj zasićen sloj vazduha leži na mnogo većoj visini i to na promenljivoj visini, a ispod njega je relativna vlažnost manja. Zato je na velikim visinama godišnji tok relativne vlažnosti uglavnom suprotan toku u nizijama. To znači, da je na visini maksimalna relativna vlažnost u letnjim a minimalna u zimskim mesecima.

Na većim planinskim visovima relativna vlažnost se naglo i u velikom iznosu menja, jer uzlazne vazdušne struje odnose vodenu paru na planinske vrhove i povećavaju stepen zasićenosti vazduha vodenom parom. Silazne vazdušne struje i tišine prouzrokuju sušu. Same planinske padine i vrhovi dosta utiču na povećavanje relativne vlažnosti u vremenima kada nema sunčevog sjaja, usled intenzivne radijacije i snižavanja temperature.

To isto važi i za o b l a č n o s t. Visina na kojoj planina ima najčešće oblaka, ili tzv. njen »oblačni region« zavisi od lokalnih i vremenskih uslova, dnevnog i godišnjeg doba, vremenskog stanja, samog oblika zemljine površine itd. Na izvantropskim širinama naročito u Alpima oblačnost je na visinama najveća u proleće i leti, a najmanja za vreme zime. Duboko u dolinama odnosi su obrnuti.

U planinskim predelima oblaci, koji se obrazuju na površini padina, smatraju se kao magla. Prema tome, u planinskim predelima ima dosta dana sa maglom, i njihov broj raste sa porastom nadmorske visine. Osobito ima dosta maglovitih dana na planinskim padinama orijentisanim prema toplim vetrovima. U noćnim časovima ima često u planinama radijacione magle, naročito iznad glečera i snežnog pokrivača

3. I s p a r a v a n j e je na planinskim vrhovima pri istoj relativnoj vlažnosti, temperaturi i jačini vetra, mnogo jače nego u nizijama. Ovo dolazi usled smanjenog vazdušnog pritiska, odnosno usled mnogo razređenijeg vazduha i intenzivnije insolacije.

26.2.4 PADAVINE U PLANINAMA

Količina padavina u planinama se povećava sa povećanjem nadmorske visine, ali obično samo do određene visine, koja je po mestima i godišnjim dobima različita. Iznad ove granice količina padavina se ponovo počne smanjivati. Najveća količina padavina može se očekivati uopšte na onoj visini na kojoj se vazduh pri uzlaznom strujanju rashladi do rosne tačke. Ta visina naziva se k o n d e n z a c i o n i n i v o. Apsolutna vlaga na toj visini je tako velika da pri hlađenju vazduha ispod rosne tačke, nastupa maksimum lučenja vodenih kapljica.

Od visine kondenzacionog nivoa, količina padavina ponova opada, jer je sadržina vodene pare u vazduhu sve manja, ali ovo ne važi i za čestinu kiše. To smanjivanje količine padavina iznad kondenzacionog nivoa događa se samo na visokim planinama, kao što su npr. Alpi, ali ne i u bregovitim predelima uopšte. U Himalajima je taj nivo na 1300 m leti, dok je zimi na većoj visini. U Bavarskim Alpima se kondenzacioni nivo zimi nalazi na visini 600 do 1000 m, a leti na većoj visini. U oblasti centralnog Kavkaza količina padavina se povećava do visine 2500 m, a prema većoj visini opada (15).

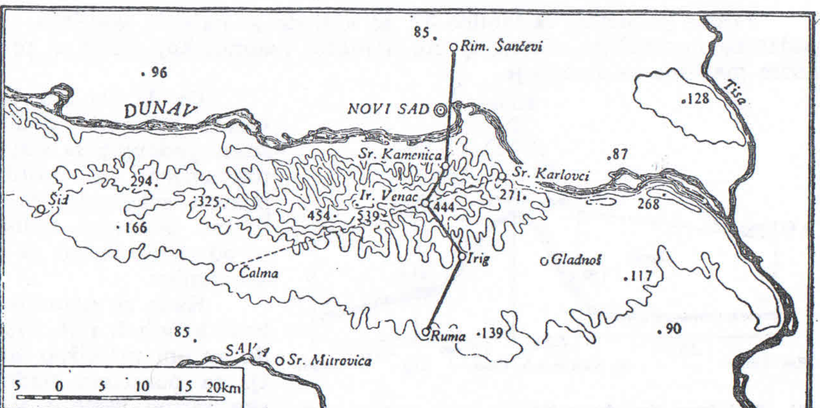
Postoje pokušaji da se priraštaj padavina sa porastom nadmorske visine predstavi matematičkim formulama. Schreiber je na osnovu osmatranja u Krušne Hori (Erzgebirge) izveo formulu koja ima oblik:

$$Q_2 = Q_1 + 54\,h$$

gde je Q_2 — visina padavina na gornjem a Q_1 — na donjem nivou, dok je h — visinska razlika u hektometrima između gornjeg i donjeg nivoa. On uzima linearni priraštaj količine kiše od 54 mm za svakih 100 m visine. Wussow je međutim, preporučio da se za nemačke planine srednji priraštaj taloga (z) izrazi pravougaonom hiperbolom u obliku:

$$z = 44 + \sqrt{44^2 + h^2} - 80\,h$$

gde je h — takođe priraštaj visine u hektometrima.



Sl. 16. Oblik Fruške gore i raspored meteoroloških stanica u njenoj oblasti i bližoj okolini

Ali na promenu visine padavina sa promenom nadmorske visine u planinskim predelima utiču razni činioci. Količina padavina u planinama

zavisi od orijentacije planinskih strana. Veća količina padavina biće na stranama okrenutim prema vlažnim vetrovima. Tako npr. u južnom delu Čilea na planinskim padinama prema Tihom okeanu padne godišnje 3000—5500 mm padavina, dok u Patagoniji na istim geografskim širinama padne samo 120 do 150 mm (15). Radi ilustracije navešćemo neke primere padavinskih odnosa u nekim planinama SR Srbije.

1. Vertikalni gradijenti padavina u oblasti Fruške Gore. — Fruška Gora je ostrvska planina u prostranom Panonskom basenu. Pruža se uporednički i njene severne padine su izložene severnim i severozapadnim vetrovima, koji veoma često duvaju leti. Oblik Fruške gore i raspored meteoroloških i kišomernih stanica u njenom području prikazan je na slici 16.

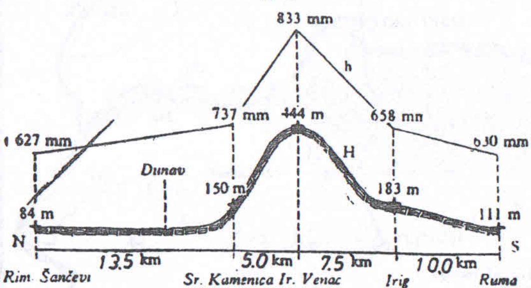
Da bi se video uticaj Fruške gore na raspodelu padavina u njenom području, prikazane su u tablici 31. godišnje sume padavina za 8 meteoroloških stanica koje se nalaze kako u njenom neposrednom području, tako i na nešto većoj udaljenosti u ravnici (39). Vrednosti godišnjih suma padavina u tablici 31. izražene su i u procentima gde je godišnja suma padavina na najvišoj stanici Iriškom vencu od 833 mm uzeta kao 100%.

Tablica 31. Godišnje sume padavina u oblasti Fruške gore i bliže okoline za period 1948. do juna 1956. godine

Meteorološke stanice	Nadmorska visina u m.	Godišnja suma padavina u mm	Godišnja suma padavina u %
Rimski Šančevi	84	627	75
Sremska Kamenica	150	737	88
Sremski Karlovci	130	647	78
Gladnoš	186	665	80
Iriški venac	444	833	100
Irig	183	658	79
Ruma	111	630	76
Čalma	129	605	73

Prema podacima iz tablice 31. se vidi da je najveća godišnja suma padavina na Iriškom vencu, tj. na najvećoj nadmorskoj visini, a prema nižim mestima se smanjuje.

Da bi se što bolje videla promena godišnje sume padavina sa visinom napravljen je profil u pravcu sever-jug, sl. 17. Visine padavina uzimane su od visine terena za svaku stanicu.



Sl. 17. Odnos između godišnjih suma padavina (h) i nadmorske visine (H) na profilu sever-jug preko Fruške gore

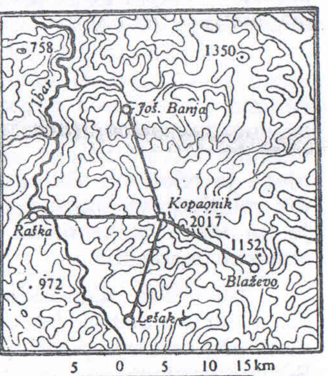
Kada se uporede tokovi krivih h i H, vidi se da su oni približno slični, tj. sa porastom nadmorske visine raste i visina padavina i obratno. Ali, vertikalni gradijenti padavina (Δh/100 m) na ovom profilu nisu svugde isti. U tablici 32. prikazani su vertikalni gradijenti padavina između pojedinih stanica.

Tablica 32. Godišnji vertikalni gradijenti padavina u oblasti Fruške gore i bliže okoline

Profil sever-jug	Δh/100 m	
	mm	%
Novi Sad—Sremska Kamenica	167	19
Sremska Kamenica—Iriški venac	33	4
Iriški venac—Irig	—67	—8
Irig—Ruma	—30	—4

Najveći vertikalni gradijent padavina je između Novog Sada i Sremske Kamenice, a 5-puta manji između Kamenice i Iriškog venca. Opadanje visine padavina od Iriškog venca preko Iriga prema Rumi takođe nije ravnomerno. Mnogo brže se godišnja visina padavina smanjuje od Iriškog venca do Iriga nego od Iriga do Rume.

2. Vertikalni gradijenti padavina u oblasti Kopaonika. — Kopaonik je velika planinska oblast koja pripada Rodopskoj masi Pelagonijskog masiva. Najviši vrh na Kopaoniku je 2017 m iznad mora. Meteorološka stanica na Kopaoniku nalazi se na zapadnoj padini na visini 1710 m. Rospored meteoroloških stanica, čiji su podaci padavina obrađeni, prikazan je na slici 18. Među ovim stanicama meteorološka stanica Kopaonik nalazi se na najvećoj visini (1710 m). Period osmatranja padavina u ovoj oblasti je isti kao i u oblasti Fruške gore.



Sl. 18. Raspored meteoroloških stanica u oblasti Kopaonika

Godišnje sume padavina u oblasti Kopaonika prikazane su u tablici 33.

Kao što se iz tablice 33. vidi, najviše je padavina palo na Kopaoniku, a sve manje ukoliko je nadmorska visina manja. Vertikalni gradijenti padavina prema godišnjim sumama izračunati su za sve meteorološke stanice, u odnosu na godišnju sumu pada-

Tablica 33. Godišnje visine padavina u oblasti Kopaonika za period 1948. do juna 1956. godine

Meteorološke stanice	Nadmorska visina u m	Godišnja suma padavina	
		u mm	u %
Kopaonik	1710	859	100
Blaževo	800	790	92
Jošanička Banja	557	732	85
Raška	420	601	70
Lešak	400	592	69

vina na Kopaoniku. Brojne vrednosti ovih gradijenata padavina predstavljene su u tablici 34.

Tablica 34. Godišnji vertikalni gradijenti padavina u oblasti Kopaonika

P r o f i l	Δ h/100 m	
	mm	%
Blaževo — Kopaonik	8	1
Jošanička Banja-Kopaonik	11	1
Raška — Kopaonik	20	2
Lešak — Kopaonik	20	2

Kao što se iz tablice 34. vidi, vertikalni gradijenti padavina su veći na padinama koje su eksponirane prema zapadu (Raška — Kopaonik i Lešak — Kopaonik) nego na padinama eksponiranim prema istoku.

Kao opšti zaključak iz dosad iznetog može se izvesti sledeće: Kada se uporede vertikalni gradijenti padavina iz tablice 32. i tablice 34. onda se vidi, da izolovane, ostrvske planine, čije relativne visine nisu velike, imaju većeg uticaja na povećanje godišnje sume padavina sa porastom nadmorske visine, nego veliki planinski masivi. Drugim rečima, Fruška gora ima većeg uticaja na povećanje visine padavina sa porastom nadmorske visine nego Kopaonik.

Prema podacima O. A. Drozdova (15) u šumskim i šumskostepskim predelima evropskog dela SSSR prosečni vertikalni gradijent padavina iznosi 100 mm/100 m.

S n e ž n a g r a n i c a. — Opadanje temperature vazduha sa porastom nadmorske visine ima značaja i za odnose padavina u planinskim predelima. Zbog opadanja temperature vazduha sa visinom su mnogi planinski vrhovi pokriveni snegom bilo duboko u leto bilo preko cele godine. Jer, letnja toplota nije dovoljna da bi se mogao otopiti sav sneg, koji je pao u hladnijim mesecima.

Visina na kojoj pri blažim nagibima padina sneg nikako više ne iščezava zove se s n e ž n a g r a n i c a ili s n e ž n a l i n i j a. Ranije se verovalo, da će ona biti uvek na onoj visini, na kojoj je srednja godišnja temperatura 0^0. Po tome bi značilo, da bi sve one zemlje, u kojima je srednja godišnja temperatura niža od 0^0C morale biti stalno pokrivene snegom, a to u stvari nije slučaj. Tako npr. u Jakutsku u istočnom Sibiru, iako ima srednju godišnju temperaturu —11.0^0, ipak uspevaju žita. Po tome izlazi da snežna granica nije vezana za određenu srednju godišnju temperaturu već joj visina u prvom redu zavisi od letnje toplote i od količine padavina.

Zato su srednje godišnje temperature pri kojima počinje snežna granica različite i uopšte se od ekvatora prema polovima smanjuju. U Andima snežna granica je na visini gde je srednja godišnja temperatura 1^0C; u Srednjim i Zapadnim Alpima snežna granica je na visini gde je srednja godišnja temperatura —2,8^0C, a na Špicbergenu na visini gde je srednja godišnja temperatura —10^0C.

Čak i pri srednjoj godišnjoj temperaturi od —16^0C snežna se granica u severnom Sibiru ne spušta do zemljine površine čija je nadmorska

visina mala; šta više i bregovi, koji se nalaze na visini 500 i 600 m, u letnjim mesecima su bez snega. S n e ž n a g r a n i c a će nastati pri toliko nižoj srednjoj godišnjoj temperaturi što je veća toplotna razlika između leta i zime, i što je manja količina padavina; naprotiv, gde je godišnje toplotno kolebanje neznatno, a količina padavina velika, snežna granica će biti na onim visinama na kojima je srednja godišnja temperatura viša od 0^0C.

Pošto snežna granica pre svega zavisi od letnje toplote ona se uglavnom, iako nepravilno, sve više i više spušta što se ide dalje od ekvatora. Nad istom geografskom širinom snežna granica leži na prisojnoj strani više nego na osojnoj, ako u suprotnom pravcu ne deluju odnosi atmosferskih padavina.

26.3 PLANINE KAO UZROCI STVARANJA IZVESNIH VAZDUŠNIH STRUJA

U planinskim predelima često postoje izvesna strujanja vazduha koja su izazvana samim planinama. Ovo se događa u onom dobu dana i godine, kada vremenska situácija, odnosno raspodela vazdušnog pritiska, ne uslovljava drugačije strujanje vazdušnih masa. To su u stvari planinski vetrovi ili povetarci. Oni se obično smenjuju dva puta u toku 24 časa, slično kao dnevni periodični vetrovi između mora i kopna u primorskim predelima. Ovo se dešava na taj način, što vetar danju duva uz planinsku stranu i naziva se d a n i k, a noću niz planinsku stranu i naziva se n o ć n i k.

Pravilnost i jačina ovih vetrova zavisi od terenskih prilika i odnosa zagrevanja između doline i planinskih strana.

U nekim predelima ovi planinski dnevni vetrovi su veoma izraziti, te njihov izostanak, odnosno smena dnevnih vetrova sa vetrovima drugačijeg pravca, ukazuje na preokret vremena, tj. ukazuje da je lokalno strujanje vazduha potisnuto opštijim strujanjem vazduha, koje je u planinama većinom uslov za stvaranje oblaka i padanje kiše.

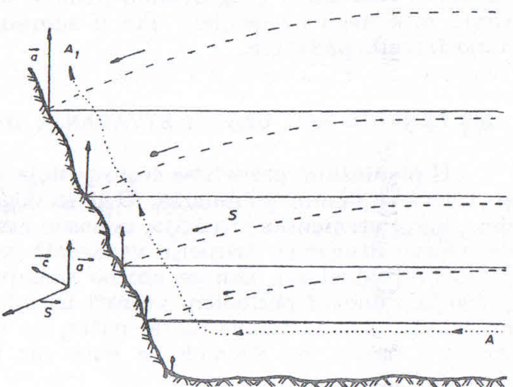
D a n i k, koji u dnevnim časovima duva uz planinske strane, može se objasniti na sledeći način: Oko zore pre sunčevog rađanja vazdušni slojevi su u ravnoteži, tj. slojevi istih vazdušnih pritisaka su u horizontalnom položaju, a izobare paralelne jedna drugoj. Posle sunčevog rađanja počne zagrevanje doline i planinskih strana pa i vazduha iznad njih. Vazduh se usled toga širi uvis, a površine jednakih pritisaka se postave u kos položaj. One su više izdignute iznad doline nego iznad padina, jer je tamo stub vazduha najduži, a sve kraći ukoliko je bliže padina. Stoga su na svakoj nivoskoj površini gradijenti vazdušnog pritiska upravljeni od srednjeg dela doline prema padini i vazdušne čestice počnu se kretati u tom pravcu, kao što pokazuju strelice $\vec{S}$ na sl. 19.

Istovremeno zagreva se i vazduh neposredno iznad padine i to intenzivnije nego u slobodnom vazduhu na visini iznad doline. Ovaj topliji vazduh iznad padina pokazuje težnju da se diže upravno uvis (vidi na slici vertikalne strelice). Tako su na padinskim stranama aktivne u isto vreme dve komponente $(\vec{a})$ i $(\vec{s})$, sa dve različite težnje, a njihova rezultanta $(\vec{c})$ biće vetar koji duva uz padine prema vrhovima. Ovaj vetar je najjači u popodnevnim časovima.

Tumačenje noćnog vetra je slično samo što se odnos potpuno obrne. Posle sunčevog zalaska počne hlađenje zemljine površine i vazduha iznad

nje usled radijacije. Hladniji vazduh postaje teži i pritisak raste iznad same padine. Na istoj nadmorskoj visini vazdušni pritisak je veći iznad same padine nego u slobodnom vazduhu iznad doline. Tako su sada površine jednakih vazdušnih pritisaka nagnute od padine prema unutrašnjosti doline. Horizontalni gradijent vazdušnog pritiska upravljen je ovde od padine prema unutrašnjosti doline. Zato će hladniji i gušći vazduh oticati niz planinske strane prema dolini. To je n o ć n i k.

Noćni vetrovi po svome postanku su hladni, a dnevni relativno topli. Osim toga, danik odnosi vodenu paru iz nižih predela na visinu i zato se u popodnevnim časovima relativna vlažnost vazduha povećava na planinskim vrhovima, dok se u dolini i okolnim nizijama smanjuje. Ovo uslovljava stvaranje oblaka i kiše u popodnevnim časovima iznad planinskih vrhova, a u toku leta i stvaranje o l u j e i n e p o g o d a, koje se ne ograničavaju samo na planinske vrhove, već se odvoje od njih i kreću dalje preko ravnih predela.



Sl. 19. Obrazovanje dolinskog vetra (danika)

Noćnik naprotiv odnosi vlažnost u dolinu, oblaci iščezavaju, ako ih je bilo, i vazduh postane relativno suvlji. Sem toga, noćnik ima uopšte veću brzinu od danika, naročito u zoru pred sunčevo rađanje.

26.4 UTICAJ PLANINA NA VAZDUŠNE FRONTOVE

Kada vazdušni frontovi naiđu na planinski masiv onda se oni donekle deformišu. Ova deformacija nastane usled toga, što front ispred planina usporava svoje kretanje, jer vazdušne mase nemaju slobodnog prolaza, pa nastane nagomilavanje vazduha ispred planine. Prelaz fronta preko planinskog grebena je moguć samo ako se radi o prelasku fronta preko nižih planina i ako je vazdušni front dovoljno intenzivan. Inače kod visokih planina srednji deo fronta zastaje ispred planine, a njegovi krajevi obilaze oko planinskih grebena, i tako se front obavije oko planine. Izrazito zaobilaženje hladnih frontova događa se u oblasti planinskog masiva Kavkaza (15). Hladni front obilazi planinski masiv sa bočne strane, i hladni vazduh prodire u Zakavkazje bilo sa severozapada preko Crnog mora bilo sa jugoistoka preko Kaspijskog jezera.

Kada se topli front približava planinskom grebenu, tada uzlazna strujanja postaju sve intenzivnija, usled čega se povećava oblačnost a takođe i padavine (40). Topli front se nešto zadržava ispred planine pa zatim prelazi. Ali pri svome prelasku on pretrpi veću deformaciju i njegov se profil ponova uspostavlja kada se front udalji 200 do 300 km od planinskog grebena (15).

Intenzivnije izbacivanje toplog vazduha uvis događa se i pri nailasku hladnih frontova na planinski greben. I ovom prilikom se ispred planine proširuje padavinska zona i povećava intenzitet padavina.

Deformacija vazdušnih frontova se vrši i kada oni nailaze na planinski greben pod nekim uglom.

27. UTICAJ ŠUME I VEGETACIJE NA KLIMU

Šuma kao modifikator podneblja spada u treći red modifikatora, mada je među nestručnjacima često rasprostranjeno nepravilno mišljenje, koje je dosta preuveličano, o dejstvu šume i biljnog pokrivača na klimu. Ovde će se izneti uticaj koji šuma ima, a takođe i uopšte sva ostala vegetacija, na pojedine klimatske elemente, pa prema tome i na celo podneblje.

Šume ima na svima kontinentima čak i na velikim geografskim širinama, sa izuzetkom polarnih oblasti, i na različitim nadmorskim visinama. Međutim, dejstvo šume na klimu je gotovo svuda isto, ali ipak prema lokalnim prilikama šuma kao modifikator dolazi do izražaja negde više a negde manje.

Prva sistematska proučavanja o uticaju šume na klimu započeta su u Bavarskoj, gde su vršena mnogobrojna meteorološka osmatranja i merenja u šumama, proplancima, ivicama šume i na slobodnom polju, da bi se što tačnije utvrdila razlika između podataka u šumi i na otvorenom polju.

Pre svega, potrebno je prethodno izneti teoretsko mišljenje o tome, kakvo bi dejstvo mogla imati šuma i vegetacija uopšte na modificiranje klime. Poznato je, da je specifična toplota svih vrsta biljaka znatno veća od specifične toplote raznih vrsta zemlje i stena od kojih je sastavljena površina kopna. Međutim, isto tako znamo da se neko telo sporije zagreva a isto tako i sporije hladi ukoliko mu je veća specifična toplota. Velika specifična toplota kod biljaka je usled velike količine vode u samim biljkama, koja je njihov glavni sastavni deo. Drvo sadrži oko 20 do 25% vode, a travno bilje čak i 70 do 80%. Sem toga, na zagrevanje i hlađenje šume i biljnog pokrivača utiču još i drugi faktori, a sve to zajedno ima uticaja na ostale klimatske elemente. Pri ovim izlaganjima moraju se uzeti u obzir dve stvari:

1. Aktivni apsorpcijski sloj kod biljnog pokrivača jeste njegov površinski sloj. Biljni pokrivač, bilo da su razne trave, nisko žbunje ili visoko drveće, ne propušta sunčeve zrake do zemljine površine, već se ovi zadrže na gornjim površinama vegetacije i tu se zračna energija pretvori u toplotnu. Usled toga zemljina površina pod vegetacijom ne može se nikako onoliko zagrejati, ni rashladiti, kao kada bi bila bez vegetacije. Sem toga, ukupna gornja površina lišća je mnogo veća nego površina gole horizontalne zemlje. Zato će isti zračni snop ozračivati veću površinu ako pada na vegetaciju, nego kad pada na golu ravnu zemlju, a posledica toga jeste manje zagrevanje vegetacijskog aktivnog apsorpcijskog sloja.

2. Biljni pokrivač stvara sasvim složene uslove isparavanja kako sa zemljine površine tako i isparavanja sa aktivnog apsorpcijskog sloja. Jer, drugačije je isparavanje sa zemljine površine ispod vegetacije a dru-

gačije je sa same vegetacije. Poznato je, da je zemljina površina pod vegetacijom uvek vlažnija nego gola zemlja. Naročito je vlažna zemlja u šumi ispod drveća gde na zemlji obično leži sloj suvog lišća koje štiti zemlju od isparavanja. Ako bi sunčevi zraci neposredno prodrli do zemljine površine, onda bi se veliki deo toplote utrošio na isparavanje sa zemlje i zemlja bi se manje zagrevala. Što se tiče isparavnja sa vegetacije, tu u stvari postoji transpiracija, tj. isparavanje kroz lišće one vode koju biljka izvlači iz zemlje kroz koreni sistem i isparavanje vode sa lišća koja je u vidu kiše, rose i slično pala na vegetaciju. I na ovo isparavanje se takođe troši toplota.

Sve ovo što je napred rečeno važi samo za svežu, bujnu, živu vegetaciju. Međutim, ako je vegetacija suva ili istrulila uslovi zagrevanja i isparavanja su drugačiji.

Pri razmatranju problema o uticaju biljnog pokrivača na klimu mora se imati u vidu sledeće:

1) Uticaj biljnog pokrivača (a posebno šume) na klimu u untrašnjosti samoga pokrivača;

2) Uticaj biljnog pokrivača (prvenstveno šume) na klimu okolnog predela i mogućnost izmene klime u ovom okolnom predelu ako se slučajno uništi biljni pokrivač, npr. sečom šume itd.

U kratkim crtama biće izneto kako šuma utiče na pojedine klimatske elemente:

a) Uticaj šume na temperaturu. — Krune drveća zadržavaju direktno i difuzno sunčevo zračenje, a sem toga umanjuju i razmenu (aeraciju) vazduha ispod kruna. Količina zračne energije, koja prolazi kroz lišće, po podacima N. N. Kalitina, iznosi od 32 do 54% od ukupne zračne energije koja pada na aktivni apsorpcijski sloj. Naravno ova količina mnogo zavisi od vrste lišća, što se može videti iz sledećih primera (prema Kalitinu):

Klen reflektuje	29%, apsorbuje 39%, propušta 32%;
Jasika reflektuje	42%, apsorbuje 24%, propušta 34%;
Beli brest reflektuje	35%, apsorbuje 16%, propušta 49%;
Lipa reflektuje	33%, apsorbuje 27%, propušta 40%.

Prema osmatranjima L. A. Ivanova, u senci pod krunama bukove šume intenzitet sunčevog zračenja bio je 20 do 25-puta manji, nego na otvorenom polju.

Kada se govori o uticaju šume na temperaturu, sem ovoga što je ovde izneto, mora se uzeti u obzir još i to, da je specifična toplota vegetacije veća nego zemlje u polju, i da se izvesna količina toplote troši na isparavanje (transpiraciju).

Iz tih razloga površina zemlje pod krunama zagreva se mnogo manje nego na otvorenom polju. Ova razlika je osobito velika u toku leta. U toku noći površina zemlje u šumi se hladi manje nego na otvorenom polju, i zato je minimalna temperatura u šumi veća nego na otvorenom polju. Prema tome, i dnevna amplituda temperature u šumi je manja nego na otvorenom polju.

Prema I. Schubertu, temperatura površine zemlje na otvorenom polju i u šumi je sledeća:

	minimum	8 čas.	14 čas.	maks.	amplituda
Otvoreno polje	7,7	14,6	29,8	33,9	26,2
Šuma	8,2	11,9	17,5	23,5	15,3
razlika	—0,5	2,7	12.3	10,4	10,9

U toku zime šuma štiti površinu zemlje od jake radijacije. Zato će na otvorenom polju, u toku zime, radijacija biti veća nego u šumi. Iz tih razloga i godišnje kolebanje temperature u šumi je manje nego na otvorenom polju.

Uglavnom, može se reći, da je u šumi za vreme insolacije temperatura niža nego na otvorenom polju, dok je za vreme radijacije temperatura viša. Prema tome, šuma ublažava temperaturne ekstreme, odnosno smanjuje njihove srednje amplitude.

Ovde će biti prikazan jedan primer kako šuma utiče na temperaturu vazduha: 7. VIII 1957. g. vršena su paralelna merenja temperature vazduha u šumskoj sastojini i na otvorenom polju sa leve strane obale reke Save kod njenog ušća u Dunav (41). Merenja su vršena pomoću asmanovih psihrometara. Jedan psihrometar je bio postavljen u gustoj i oko 15 metara visokoj šumskoj sastojini većinom od topole; ovaj psihrometar je bio ispod guste krune jedne topole, tako da je za sve vreme merenja bio u hladu viseći slobodno u vazduhu na jednoj horizontalnoj grani na 2 m visine iznad zemlje. Drugi psihrometar je bio postavljen nedaleko od šume na jednom drvenom stubu takođe na 2 m visine, ali na otvorenom polju gde je bio izložen direktnom sunčevom zračenju. Za vreme merenja nebo je bilo potpuno vedro, a duvao je jugoistočni vetar 2 do 3 m/s. Dobiveni rezultati prikazani su u tablici 35.

Tablica 35. Temperatura vazduha na otvorenom polju (t_1) i u šumi (t_0) na 2 metra visine 7. VIII 1957. g. na Novom Beogradu

Časovi	8.30	9	10	11	12	13	14
t_1	24,3	25,9	26,6	27,1	27,6	28,6	27,9
t_0	23,5	25,0	25,6	26,0	27,0	28,0	27,4
t_1-t_0	0,8	0,9	1,0	1,1	0,6	0,6	0,5

Kao što se iz tablice 35. vidi temperatura je bila viša na otvorenom polju nego u šumi, ali ta razlika nije bila tako velika. Svakako da bi pri potpuno tihom vremenu ova razlika bila veća.

Tablica 36. Razlika tamperature zemljišta u Lesnom (gola zemlja — pokrivena biljnim pokrivačem)

Dubina u cm	0	10	20	40	80	160
maj	2,2	2,3	2,3	1,3	0,0	−0,5°
jun	4,3	3,4	3,9	3,4	2,2	0,6°
jul	3,8	2,9	3,6	3,3	2,5	0,8°
avgust	1,0	1,0	1,5	1,4	1,2	0,4°

Da bi se videle temperaturne razlike dubljih slojeva zemljišta na otkrivenom polju i pokrivenom prirodnim pokrivačem (travom) biće izneti konkretni podaci. Prema merenjima u Lesnom, u letnjim mesecima od 1893. do 1907. g., dobivene su izvesne razlike između temperature zemljišta na istim dubinama pod prirodnim pokrivačem (pod travom). Rezultati ovog merenja izneti su u tablici 36.

Zemlja bez vegetacije do dubine 1,60 m je toplija leti nego zemlja pokrivena travom. Slični odnosi važe i za šumu.

Radi što bolje ilustracije temperaturnih odnosa ispod travnog pokrivača i nepokrivenog zemljišta na slici 20. prikazani su temperaturni tokovi u zemljištu na 10 sm dubine ispod travnog pokrivača i zemljišta bez vegetacije. Ova merenja vršena su 5. VII 1957. godine na Novom Beogradu (41).

Kao što se vidi na slici 20. u jutarnjim časovima temperatura na 10 cm dubine je bila viša ispod travnog pokrivača nego ispod zemljišta bez vegetacije. Međutim, od 7.45 časova pa sve do 17 časova temperatura je bila viša na 10 cm dubine u zemljištu bez vegetacije nego u zemljištu pod travnim pokrivačem.

Sl. 20. Temperaturni tok u zemljištu na 10 cm dubine: t_0 — ispod travnog pokrivača bele deteline visine 5 cm; t_1 — ispod površine humusnog zemljišta bez vegetacije

Sasvim su drugačiji uslovi u vazduhu, na raznim visinama, od zemljine površine do krune drveta. U ovom smislu vršena su merenja u mladoj i gustoj bukovoj šumi, blizu poljske stanice Ebersvalde, gde krune počinju na visini oko 4 metra.

Prema podacima koji su tom prilikom dobiveni temperatura vazduha se iznad slobodnog polja smanjuje sa visinom, a kod šumskog vazduha je obratno. Njegova temperatura se sa visinom povećava. Ta nejednakost nastaje usled toga što je vazduh u šumi sprečen u slobodnom kretanju, pa se topliji i lakši vazduh nagomilava pod krunama drveća. Međutim, iznad gornje granice kruna temperatura opada sa visinom.

b) U t i c a j š u m e n a v l a ž n o s t v a z d u h a. — Vlažnost vazduha u šumi zavisi od isparavanja vode sa zemljine površine i površine biljnog pokrivača, zatim od temperature i slabe razmene vazdušnih masa. Sem toga, apsolutna vlaga u šumi zavisi još i od samog šumskog zemljišta. Ako je zemljište u šumi vlažno onda se apsolutna vlaga smanjuje od zemljine površine do vazdušnog sloja iznad kruna drveća. Međutim, kada je zemlja u šumi suva, apsolutna vlaga je veća u krunama drveća (zbog transpiracije) nego ispod njih, a najveća na samom aktivnom apsorpcijskom sloju, zbog najviše temperature.

Inače maksimum relativne vlažnosti osmotren je u samim krunama. Ovo dolazi zbog jačeg isparavanja sa kruna (transpiracije), zatim zbog niže temperature u krunama i najzad zbog veoma slabe razmene vazduha. U vazduhu ispod kruna vlažnost je u dnevnim časovima veća nego u vazduhu na otkrivenim mestima.

Uglavnom, ako se uporede podaci vlage između šume i polja bez vegetacije onda će se videti da je apsolutna vlaga, a takođe i relativna vlažnost, veća u šumi nego na golom polju, gde sunce nesmetano sija i gde

zemlja može da se jače osuši, nego u šumi. Površina koja dolazi u obzir za insolaciju i radijaciju, za isparavanje i kondenzaciju, na polju je sama ravna zemljina površina, koja je ili gola ili pokrivena niskom travom, a takva površina u šumi je raspoređena na nekoliko raznih spratova, koje čine stabla, grane i lišće.

c) U t i c a j š u m e n a o b l a č n o s t. — S obzirom da je u šumi veća apsolutna i relativna vlažnost to šuma mora imati uticaja i na veličinu oblačnosti iznad nje. Hetner je na to ukazao u svome delu o Istočnim Kordiljerima u ekvatorijalnom delu Južne Amerike. Iznad šume, u tome kraju, nebo je pokriveno gustim oblacima, a izvan šume nebo je vedro. I u našim predelima u letnjim danima može se češće videti kako oblaci polako nestaju, kada se udalje od šume prema čistom polju, a kako se često nad šumama, osobito pri vlažnim vetrovima, obrazuju novi oblaci. Ovo se naročito događa ako se šuma nalazi na padini, uz koju je primoran topao i vlažan vazduh na uzlazno kretanje.

d) U t i c a j š u m e n a p a d a v i n e. — O uticaju šume na padavine postoje različita mišljenja. Neki smatraju da šuma uopšte ne utiče na padavine, dok drugi misle da je taj uticaj vrlo veliki. Poznati ruski klimatolog Vojejkov smatra da šuma ima znatnog uticaja na padavine, dok poznati austrijski klimatolog Hann misli da šuma ipak može imati nekog uticaja na padavine.

Na osnovu izvesnih merenja padavina danas se smatra da šuma ima izvesnog uticaja na povećanje padavina, ali da je taj uticaj neznatan. Izgleda da šuma ima jačeg uticaja na povećavanje padavina u ekvatorijalnim predelima, gde se sa šume vrši intenzivnije isparavanje, usled čega je vazduh u šumi i iznad nje zasićeniji vodenom parom. Tako se npr. na Javi, u šumovitom kraju pokazuje znatno povećavanje padavina, dok na ostrvu Celebesu, gde nema šume, nema nikakvih razlika.

Prema nekim podacima izgleda da šuma ima veći uticaj na broj dana sa padavinama nego na visinu padavina.

Schubert se naročito bavio pitanjem o uticaju šume na padavine u Šleziji. On je Šleziju, prema pošumljenosti, tj. prema veličini površine pod šumom, podelio na pet kategorija. Za njih je dobio ovakve prosečne vrednosti:

Pošumljenost (p) u %	Nadmorska visina (h) u m	Godišnje padavine u mm (Q)
11	222	650
21	181	655
28	271	715
35	516	848
48	157	646

Prema ovim vrednostima postavio je Schubert empirijsku jednačinu koja daje vezu između visine padavina, stepena pošumljenosti (p) i nadmorske visine (h). Ta jednačina ima ovakav oblik: $Q = 529 + 0{,}78p + 0{,}57h$

Prema ovoj jednačini izlazi: 1) ako se nadmorska visina (h) povećava za 1 m, visina padavina (Q) povećava se za 0,57 mm, 2) ako se pošumljenost (p) povećava za 1%, visina padavina povećava se za 0,78 mm.

Kada se pomoću ovih koeficijenata vrednosti padavina reduciraju na istu nadmorsku visinu, dobiće se da veća pošumljenost od 20 do 25% povećava količinu padavina za 40 mm. Međutim, kada se pošumljenost poveća na 50% tada količina padavina ostaje konstantna.

Na osnovu toga Schubert je zaključio da se po merenjima padavina u Šleziji može jasno uočiti priraštaj padavina sa povećavanjem nadmorske visine. I dalje, s obzirom na nejednaki uticaj vetrova na kišomere koji su bili postavljeni u šumi i na otvorenom polju Schubert izvodi zaključak, da je uticaj šume ravan uticaju uzvišenja od 40 m visine.

Ali šuma ne utiče samo na padavine iznad nje, nego utiče i na raspodelu padavina u okolini, i to osobito u onim krajevima, koji cele godine imaju stalan ili preovlađujući pravac vetra. Vodena para koja je u toj šumi isparila, neće se tu zadržati i kondenzovati, nego će je vetar odneti dalje u okolinu gde će se usled toga povećavati visina padavina.

Kao opšti zaključak može se reći, da šuma neznatno povećava godišnju visinu padavina po prilici od 2 do 10%. Znači uticaj šume na padavine u našim krajevima je dosta neznatan.

Najzad izgleda da šuma ima uticaja i na grad. U Švajcarskoj su u tome pogledu vršena izvesna osmatranja i došlo se do rezultata da grad zaista više pada iznad golih nego pošumljenih površina. Prema izvesnim osmatranjima, čak i gole površine u blizini šumskih kompleksa više su pošteđene od grada nego gole površine koje su udaljene od šume.

e) U t i c a j   š u m e   n a   j a č i n u   v e t r a. — Veoma znatan uticaj ima šuma na jačinu vetra, bez obzira da li su vetrovi slabi ili jaki. Kada vazduh pri svome horizontalnom strujanju udari na šumu kao prepreku, on se jednim delom odbija uvis i struji preko prepreke, a drugim delom se probija kroz šumu i nagomilava. U ovakvim slučajevima događa se sledeće:

— Iznad šume povećava se brzina vetra, usled uzdizanja i zbližavanja strujnih tokova (linija);

— Pozadi šume brzina vetra se smanjuje, jer se strujne linije razilaze;

— U samoj šumi i iznad nje se stvaraju vrtložna (turbulentna) strujanja koja se često primećuju čak i na visini 200 do 300 m;

— U oblastima kruna drveća energija vetra se znatno smanjuje, a ispod samih kruna brzina vetra se smanji;

— Na šumskim proplancima vetar je jači, ali je i tu ipak znatno slabiji nego na otvorenom polju;

Schubert je obradio rezultate brzine vetra u šumi i na otvorenom polju. Ova osmatranja su vršena u Ebersvaldu, na raznim visinama od zemlje. Ovi Schubertovi rezultati su sledeći:

— Na visini 4,2 m u bukovoj šumi brzina vetra je bila 0,54 m/s, a u blizini šume 2,45 m/s;

— Na visini 2,2 m u borovoj šumi brzina vetra je bila 0,27 m/s, u blizini šume 1,96 m/s, a na otvorenom polju 3,40 m/s;

— Na visini 1,0 m na šumskom proplanku brzina vetra je bila 1,07 m/s, u blizini šume 1,52 m/s, a na otvorenom polju 2,71 m/s.

Kada se ovo sve razmotri dolazi se do zaključka da šuma smanjuje brzinu vetra. Usled toga smanjuje se i isparavanje sa zemljine površine u

šumi. Smanjenje brzine vetra u šumi utiče na raspodelu snežnog pokrivača, a takođe i na gustinu snega. Šuma štiti izvesne predele, koji su u njenoj blizini, od hladnih ili od toplih i suvih vetrova. Prema tome, u prostoru koji je dobro zaštićen šumom svuda okolo vladaće mirnije vreme (zavetrina), pa će usled toga biti veće dnevno kolebanje temperature. Ovakva zaštićena mesta su pogodna za izvesne kulturne biljke, čije vreme vegetacije počinje u proleće ranije, kada je u ovim mestima temperatura viša nego na otkrivenim poljima.

Kao opšti zaključak uticaja šume i vegetacije na podneblje jeste: šuma uglavnom modifikuje klimu na taj način što je čini vlažnijom i jednoličnijom, osobito u letnjoj polovini godine.

U svome uticaju na podneblje, šume i jezera se prilično slažu. Šume i jezera snižavaju prosečnu godišnju temperaturu svoje okoline, ublažuju ekstremne temperature, a povećavaju vlažnost vazduha i težnju za lučenjem padavina. Ali šuma se mora smatrati kao činilac koji lokalno modifikuje klimu, i koji po svome dejstvu na izmenu solarne klime, znatno zaostaje ne samo iza uticaja planina, nego i iza uticaja velikih jezera.

Ipak šuma, kao klimatski modifikator, znatno nadmašuje uticaj niske vegetacije na njivama i livadama.

28. UTICAJ JEZERA NA KLIMU

Jezera se nalaze, kao i šume, na svima kontinentima. Njih ima u svima klimatskim pojasevima, sa izuzetkom polarnih krajeva, pa se zato može o njima govoriti kao o modifikatorima podneblja.

Jezera na manjim geografskim širinama u tropskom i suptropskom pojasu, koja se zimi ne zaleđuju, imaju u toku cele godine izvesno dejstvo na klimu okolnih predela. Na većim geografskim širinama — u umerenom pojasu — mnoga se jezera ponašaju kao kopna, te nemaju zimi onakve uticaje na klimu kao što ih imaju jezera na malim geografskim širinama.

Sem toga, kod jezera na umerenim geografskim širinama postoji još i velika razlika u njihovim termičkim uslovima prema tome da li su plitka ili duboka. U plitkim jezerima magazinira se manja količina toplotne energije nego u dubokim. Ona mnogo brže sleduju većim promenama u atmosferi, pa se zimi brže i ranije zalede od dubokih jezera. Duboka jezera se neće zalediti ni pri jačoj hladnoći, ako je u njima preko leta magazinirana tolika količina toplotne energije, koja je dovoljna da ih preko zime održi u tečnom stanju. Iz tih razloga mnoga jezera na višim geografskim širinama imaju zimi različit uticaj na klimatski odnos.

Uglavnom može se reći da jezera imaju, pri istim drugim uslovima, veći uticaj na svoju okolinu nego šume. Njihov uticaj je utoliko veći što je jezero veće i što ima povoljnije vetrove.

Uticaj jezera na klimatske odnose u svojoj okolini može se ukratko ovako rezimirati:

Opšte ublažavanje podneblja, tj. smanjivanje dnevne i godišnje temperaturne amplitude; povećavanje vlažnosti vazduha, i naklonost za slabim povećavanjem visine padavina. Zimi su jezera na većim geografskim širinama često bez ikakvog uticaja na klimu, ali su letnji uticaji dosta izraziti. Vetrovi se preko jezera kreću mnogo slobodnije i prenose lako do velikih daljina svoje osobine, što nije slučaj kod šuma, gde su vetrovi sprečeni u svome horizontalnom kretanju.

Prema svemu iznetom, može se uzeti kao dosta tačna jedna Schubertova napomena: »da šume potpomažu obrazovanju lokalnih klimatskih osobenosti, a jezera imaju težnju da deluju više u daljinu«.

Ako su jezera velika i duboka, kao što je npr. Bajkalsko jezero (čl. 24), onda je njihovo dejstvo na izmenu solarne klime veoma izrazito, tako da su uticaji takvih jezera slični uticajima mora.

29. UTICAJ SNEŽNOG POKRIVAČA NA KLIMU

Sneg je vrlo loš provodnik toplote zbog svoje male gustine. Toploprovodljivost sveže palog snega iznosi 0,0003 g-kal/cm sek stepen. Što je sneg gušći to on bolje provodi toplotu. Ako je sneg mokar onda njegova toploprovodljivost može iznositi 0,0008 g-kal/cm sek stepen.

Pri naizmeničnom smenjivanju mraznih i toplijih dana, a takođe i pri topljenju snega uopšte, gustina snega raste, a sa njom raste i toploprovodljivost snega.

Usled male toploprovodljivosti snega on služi kao dobar izolator i štiti zemljinu površinu i biljke (npr. ozime kulture) od promrzavanja. Prema osmatranjima Ljuboslavskog 15. januara 1893. g. u Lesnom dobiveni su ovakvi rezultati temperature:

na površini snega	$-39{,}3^0$
na površini zemlje pod snegom[1]	$-3{,}0^0$
u zemlji pod snegom na dubini 20 cm	$-1{,}9^0$
u zemlji bez snega na dubini 20 cm	$-23{,}9^0$

Iz ovih podataka vidimo da je na površini zemlje pod snegom temperatura $36{,}5^0$ viša nego na površini snega; na dubini 20 cm u zemlji koja je pokrivena snegom temperatura je 22^0 viša nego na istoj dubini zemlje bez snega.

Ako u jesen sneg padne na raskravljenu zemlju, to on jako usporava rashlađivanje zemlje, i ozime biljke mogu u toku izvesnog vremena ostati na temperaturi oko 0^0C.

No sa druge strane sneg kao troškav i sa hrapavom površinom, sličnom pesku, izlučuje toplotu intenzivnije nego gušća površina zemlje. Sem toga, površina sveže palog snega odbija nazad u atmosferu oko 80% sunčeve zračne energije od ukupne energije koja na njega pada, dok zemljina površina i površina biljnog pokrivača odbija samo oko 10 do 30% sunčeve zračne energije.

Rashlađena površina zemlje zagreva se toplotom koja se provodi iz dubljih slojeva usled toplotne provodljivosti zemlje. Međutim, dublji sloj snega, mada je dosta topliji od površine snežnog pokrivača, odaje prema površini veoma malo toplote — zbog slabe toplotne provodljivosti snega. Iz tih razloga na površini snežnog pokrivača je mnogo hladnije nego na zemljinoj površini bez snega.

Pri jugovini (toplim vetrovima) snežni pokrivač deluje obratno; on snižava temperaturu zemlje pod snegom; na površini zemlje pod snegom je tada hladnije nego na površini snega. Na taj način, snežni pokrivač štiti biljke ispod snega i od hladnoće i od toplote, a prema tome i od velikih temperaturnih kolebanja. U proleće kada se sneg topi on kvasi zemlju i tako sprečava jako zagrevanje zemlje. To usporava razviće biljaka, a u vezi s tim štiti ih od opasnosti prolećnih mrazeva.

[1]) Visina snega nije navedena.

Ovde će biti prikazana temperatura u snežnom pokrivaču i iznad njega za vreme topljenja snega (42). Merenja ove temperature su vršena u Beogradu kod Meteorološke opservatorije 12. februara 1952. god., pri naglom topljenju snega. Dobiveni rezultati pri ovim merenjima prikazani su u tablici 37.

Tablica 37. Temperatura u snežnom pokrivaču i iznad njega za vreme topljenja snega u Beogradu 12. II 1952. godine

		Časovi osmatranja					
		9	10	11	12	13	14
	1. Visina snežnog pokrivača u cm	8	7,5	7	6,5	6	4,5
Izmerena temperatura	2. Na zemljinoj površini ispod snega	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7
	3. Na zemljinoj površini bez snega	5,0	6,2	6,8	6,6	10,4	12,4
	4. Površina snega (ceo rezervoar termometra u snegu)	0,1	0,2	0,4	0,5	0,5	0,6 (0,2) *)
	5. Neposredno iznad površine snega	4,8	5,6	5,6	6,2	7,4	8,9 (6,3) *)
	6. Na 5 cm iznad gole zemlje	6,1	7,0	7,0	7,0	9,6	10,5
	7. Na 40 cm iznad gole zemlje	7,4	8,2	8,4	8,3	10,1	11,9
	8. Na 100 cm iznad gole zemlje	7,4	8,3	8,6	8,4	9,8	13,6
	9. U termometarskom zaklonu na 2 m iznad zemlje	7,1	7,8	8,1	8,9	9,1	10,6
	10. Oblačnost i vrsta oblaka	9 St	9 As,Sc	10 As	10 As	6 Ci,As	5 Ci,As
	11. Osunčavanje	$\odot^0$	$\odot^0$	—	—	$\odot^1$	$\odot^2$
	12. Vetar — pravac i brzina**	SSE 5	SSE 5	SSE 5	SSE 5	SSE 5	SSE 5

*) Prema istovremenim merenjima iza Opservatorije u senci.
**) Prosečne vrednosti sa anemografske trake.

Ako se uporede temperature površine snega (rubr. 4) i temperature neposredno iznad površine snega (rubr. 5) vide se dosta velike razlike u svim časovima kad je merenje vršeno. Temperatura na termometru iznad samog snežnog pokrivača bila je znatno viša nego temperatura na termometru koji je bio zaboden u snežnu površinu. Ovo je nastupilo iz razloga što je za sve vreme merenja duvao dosta topao jugo-jugoistočni vetar prosečno iste brzine. Sem toplog vetra na ovu temperaturnu razliku uticalo je još i sunčevo zračenje.

Snežni pokrivač smanjuje dnevno kolebanje temperature vazduha. Pri debljini snežnog pokrivača od 20 cm dnevno kolebanje temperature prestaje u dubini zemljišta od 20 cm. Pri većoj debljini snežnog pokrivača i njegovoj normalnoj gustini dnevno kolebanje temperature prestaje i na površini zemljišta. Isto tako, snežni pokrivač ima velikog uticaja i na godišnji tok temperature vazduha; zime sa dosta snega, koji dugo leži na zemlji su hladne, pa je godišnje kolebanje temperature vazduha veće. Naprotiv, godišnje kolebanje temperature na zemljinoj površini i u dubljim slojevima se smanjuje ukoliko je deblji snežni pokrivač.

U borovoj šumi na reci Samare u SSSR vršena su osmatranja temperature zemlje pod snegom i unutar snežnog pokrivača na raznim dubinama. Za zimu 1909. i 1910. dobiveni su podaci prikazani u tablici 38.

Tablica 38. Temperatura zemlje pod snegom i u snegu u Borovoj šumi u SSSR

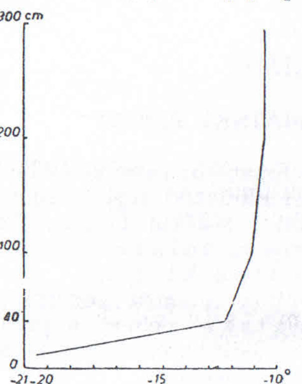
Meseci 1909—1910	Na površini zemlje pod snegom	U snežnom pokrivaču iznad zemlje				Na 5 cm ispod snega	Na površini snega	Temp. vazduha	Visina snežnog pokrivača u cm
		15 cm	30 cm	50 cm	65 cm				
decembar	—7,6	—7,9	—11,7	—	—	—	—16,5	—	66
januar	—2,0	—3,4	—4,2	—6,4	—7,8	—8,5	—9,3	—14,8	86
februar	—5,1	—7,7	—10,0	—14,3	—16,0	—15,8	—18,9	—11,1	76
mart	—3,2	—4,2	—4,9	—	—	—6,1	—8,5	—8,8	66
april	—0,3	—0,3	—0,9	—	—	—0,6	—2,0	—	41

Iz ove tablice se vidi da se mraz rasprostranjuje na celu debljinu snežnog pokrivača, pa čak i dubinu zemlje. U svakom slučaju površina zemlje pod snegom je dosta toplija nego površina snega i vazduh iznad snežnog pokrivača.

Usled jake radijacije sa snežne površine, snežni pokrivač veoma mnogo rashlađuje vazduh iznad njega, usled čega nastaju jaki mrazevi. Veliki uticaj na snižavanje temperature ima debeli snežni pokrivač. Naročito je veliko rashlađivanje vazduha iznad snega, kada on leži u kotlinama, koje su okružene visovima.

Iznad snežnog pokrivača se obrazuju izrazite inverzije temperature vazduha, naročito u dolinama i kotlinama, gde nema kretanja vazduha, pa se on hladi u mestu.

Ovde će biti prikizan primer izrazite temperaturne inverzije noću između 29. i 30. januara 1956. god. kod Meteorološke opservatorije u Beogradu iznad snežnog pokrivača (43). Te noći vreme je bilo vedro, a duvao je slab vetar jugoistočnog pravca 1 do 2 m/s; visina snežnog pokrivača bila je samo 9 cm. Temperatura čiji se podaci ovde prikazuju je u stvari minimalna temperatura vazduha koja je pročitana 30. januara izjutra. Minimalna temperatura je bila na 2 cm iznad snežnog pokrivača (odnosno na 11 cm iznad zemlje) —20,6°, a na 3 m iznad zemljine površine —10,5°. Prema tome, na visinskom rastojanju 289 cm temperaturna razlika je bila 10,1°, što znači da je prosečni vertikalni temperaturni gradijent iznosio, po svojoj apsolutnoj vrednosti, 3,5° na 1 metar. Još veći vertikalni temperaturni gradijent je bio tada u sloju od 11 do 40 cm, gde je temperaturna razlika na vertikalnom rastojanju od svega 29 cm iznosila 8,3°, tj. 2,8° na 1 dm. Promena minimalne temperature vazduha sa visinom te noći još bolje će se videti na dijagramu sl. 21, gde je prikazana vertikalna stratifikacija minimalne temperature od 11 do 300 cm iznad zemljine površine.



Sl. 21. Promena minimalne temperature sa visinom noću 30. I 1956. g. u Beogradu

Kao što se iz slike 21. vidi, te noći je bio veoma veliki porast minimalne temperature sa visinom u sloju od 11 do 40 cm iznad zemlje. Zatim se ovaj porast smanjuje, tako da je između 200 i 300 cm bila izotermija.

Snežni pokrivač utiče i na brzinu prizemnog vetra. Prema izlaganju Vojejkova snežni pokrivač smanjuje brzinu vetra iz sledećih razloga:

1. Povećava trenje vazdušnih struja o hrapavu površinu snega;
2. Vazduh iznad snežnog pokrivača se ohladi i postane teži i gušći nego vazduh iznad golog zemljišta i zato se kreće sporije;
3. Snežni pokrivač omogućava obrazovanje anticiklona u kome strujanje vazduha slabi ili čak nastane tiho vreme.

Primećeno je da se iznad snežnog pokrivača poveća sadržina ozona u vazduhu.

IV

KLASIFIKACIJA KLIME

30. KLIMATSKI POJASEVI I KLIMATSKI TIPOVI

Na zemljinoj površini postoji nekoliko klimatskih regiona (oblasti) sa istaknutim i karakterističnim osobinama. Ti klimatski regioni su nastali pod dejstvom insolacionih (astronomskih) i fizičkih faktora. Pod dejstvom insolacionih tj. solarnih faktora obrazuje se s o l a r n a k l i m a; a pod dejstvom fizičkih faktora se obrazuje r e a l n a k l i m a.

Prema solarnim uticajima zemljna površina se može podeliti na razne k l i m a t s k e p o j a s e v e ili k l i m a t s k e z o n e, a prema fizičkim uticajima, tj. prema dejstvu klimatskih modifikatora zemljina površina se može podeliti na razne k l i m a t s k e t i p o v e.

Pojedini autori su još izdelili zemljinu površinu na razne pojaseve ili zone, čija podela ima dosta praktičnog značaja. Ovde će se navesti neke od tih podela.

30.1 KLIMATSKI POJASEVI NA ZEMLJI

Stari grčki filozofi su podelili zemljinu površinu na pet klimatskih pojaseva. Ova podela izvršena je prema solarnim uticajima, pošto su oni različiti na raznim geografskim širinama. Ti pojasevi su:

J e d a n ž a r k i p o j a s od jednog do drugog povratnika (od 23°27' s. š. do 23°27' j. š.);

D v a u m e r e n a p o j a s a (na svakoj polulopti po jedan) od povratnika do stožernika (od 23°27' s. š. do 66°33' s. š. isto tako i na južnoj polulopti);

D v a h l a d n a p o j a s a (na svakoj polulopti po jedan) od stožernika do polova.

Strogo uzevši ta podela odgovara samo solarnoj klimi, tj. razlikama u intenzitetu sunčevog zračenja, koje su na pojedinim geografskim širinama uslovljene položajem dotičnih širina prema prividnom kretanju sunca.

Godišnje sume zračne energije, koje prime pojedine geografske širine, veoma su nejednako podeljene preko godine, usled promena u dužini dana i noći, kao i usled promene sunčeve visine. Od dužine trajanja, odnosno dužine obasjavanja, i sunčeve visine, zavisi koliko će u svakom danu izvesno mesto na zemlji primiti sunčeve zračne energije. Pošto se ti odnosi od dana do dana menjaju, jasno je, koliko je teško da se proračuna ona količina zračne, odnosno toplotne energije, koju svako mesto prima u toku pojedinih meseci, godišnjih doba ili u celoj godini.

S obzirom na prividno godišnje kretanje sunca i nagnutost zemljine rotacione osovine u odnosu na ekliptiku, žarki pojas primi najviše toplote u toku godine i ima najmanje godišnje kolebanje u intenzitetu sunčevog zračenja. Hladni pojas primi najmanje toplote i ima najveće godišnje kolebanje. Umereni pojas održava sredinu između žarkog i hladnog.

Prema odnosima intenziteta zračne energije mogu se lako uočiti glavne osobine pojedinih klimatskih pojaseva.

a) Ž a r k i p o j a s. — U žarkom pojasu se trajanje dana i noći menja u toku godine. Kao što je poznato, sunce je dvaput godišnje u zenitu iznad svakog mesta, ali i u svim ostalim danima sunčevi zraci padaju dosta strmo, tj. pod velikim uglom, tako da je kroz celu godinu u celom ovom pojasu snažno i dosta ujednačeno zagrevanje. U vezi sa jakim zagrevanjem u ovom pojasu je velika apsolutna vlaga.

Srednje temperature pojedinih meseci se malo razlikuju jedne od drugih, godišnje kolebanje temperature je malo. Stoga su godišnja doba (zima, proleće, leto i jesen) u tom pojasu, a naročito u ekvatorijalnim predelima (od 15° severne do 15° južne geografske širine) nepoznata. U tim predelima, prema zenitalnom stanju sunca, pojavljuju se k i š n a d o b a.

b) U m e r e n i p o j a s e v i. — U umerenom pojasu (npr. severne polulopte) sunce u toku godine ima samo jedanput svoj najviši položaj, ali nije u zenitu, a takođe ima samo jedanput i svoj najniži položaj. Vreme kada je sunce u najvišem položaju, tj. iznad severnog povratnika i u blizini njega, zove se na severnoj polulopti l e t o. Međutim, vreme, oko najnižeg položaja, tj. kad je sunce iznad južnog povratnika, naziva se na severnoj polulopti z i m a. To su dva ekstremna godišnja doba a između njih se nalaze još dva prelazna godišnja doba: p r o l e ć e i j e s e n.

Umereni pojas se prostire na dosta velikoj širini (43°06' geografske širine) i zato u njemu postoje dosta velike razlike u godišnjem toku temperature, idući od juga prema severu. Zato se u umerenom pojasu mogu izdvojiti tri sporedna pojasa: s u p t r o p s k i, s t v a r n o u m e r e n i i s u b p o l a r n i.

Izrazita četiri godišnja doba postoje tek izvan povratnika prema stožernicima i to na srednjim širinama umerenog pojasa, odnosno u stvarno umerenom pojasu. Na nižim širinama toga pojasa, odnosno u suptropskom pojasu, nema izrazitog proleća i jeseni zbog sporog i postepenog priraštaja i opadanja temperature. U tim širinama vlada postepeni prelaz od zime prema letu i od leta prema zimi. Na višim geografskim širinama, oko stožernika, odnosno u subpolarnom pojasu, prelazi iz zime u leto i iz leta u zimu su toliko nagli, da se skoro neposredno pređe iz toplog u hladno i iz hladnog u toplo godišnje doba.

U našim geografskim širinama u zimskim mesecima je doba skoro potpunog mirovanja, a u letnjim mesecima doba najjačeg razvitka vegetacije. U proletnjim mesecima događa se postepeno buđenje, a u jesen izumiranje vegetacije, odnosno prelazak u zimsko mirovanje.

Na višim širinama umerenog pojasa zima se svršava docnije, a počinje ranije, nego u našim predelima, te su proleće i jesen skraćeni. Letnje temperature su dosta visoke naročito u unutrašnjosti kopna.

c) H l a d n i p o j a s e v i. — Dalje od jednog i drugog stožernika prema polovima su hladni pojasevi. U njima prestaje pravilna podela

između dana i noći, koja se u svima ostalim predelima na zemlji javlja u toku cele godine. Insolacija se sa povećavanjem geografske širine sve više i više reducira na letnju polovinu godine, dok u zimskim mesecima vlada radijacija skoro bez ikakve naknade; polarna noć je sve duža a na samim polovima sunce ostaje celu polovinu godine ispod horizonta. Usled veoma jakog hlađenja zemljine površine za vreme polarne zime zagrevanje je u proletnjim mesecima vrlo neznatno i sporo zbog niskog sunčevog kretanja, a naročito zbog toga, što se toplota utroši na topljenje snežnih i ledenih masa, tako da najveća hladnoća može nastati tek u martu ili čak aprilu. Docnije se temperatura brže povećava, odgovarajući dužem trajanju dana, ali ipak ne suviše visoko. Stoga je leto kratko i prohladno, no ipak prema zimskoj hladnoći relativno toplo; zima je vrlo duga i hladna, a prelaznih godišnjih doba nema.

30.2 TEMPERATURNI POJASEVI NA ZEMLJI

Obična podela zemljine površine na pet klimatskih pojaseva, koji su ograničeni karakterističnim uporednicima (povratnicima i stožernicima), daje isključivo pojam o količinama zračne sunčeve energije. Ali iako su količine sunčeve energije, koje padnu na pojedine geografske širine, najvažniji činioci klime, ipak toplotna podela na zemlji nije samo uslovljena njima nego i mnogim klimatskim modifikatorima. To se najbolje može videti na izotermnim kartama, u kojima se izoterme ne pružaju paralelno sa uporednicima, već naročito na višim geografskim širinama, na izvesnim mestima imaju skoro meridijanski pravac. Stoga bi bilo tačnije da se tih pet klimatskih pojaseva shvate kao pojasevi osvetljavanja i zračenja, a ne kao temperaturni pojasevi.

Stvarni temperaturni pojasevi ne mogu se ograničiti uporednicima, zbog klimatskih modifikatora, već izvesnim izotermama, tj. linijama istih temperatura. A pošto je organski život na zemlji više uslovljen toplotnim nego svetlosnim odnosima, to je bolje da se zemlja izdeli na stvarne temperaturne pojaseve. Ovde će se izneti dva predloga za podelu zemlje na temperaturne pojaseve.

a) Temperaturni pojasevi po Supanu. — A. Supan je predložio da se zemljina površina izdeli na sledeće zone, odnosno temperaturne pojaseve:

1. Topli pojas, sa jedne i druge strane ekvatora, između srednje godišnje izoterme od 20°C na južnoj polulopti i srednje godišnje izoterme 20°C, na severnoj polulopti. Tim izotermama su u isto vreme označene i približne polarne granice palmi i pasatnih vetrova, i stoga ova granica ima važan fitogeografski i antropogeografski značaj. Topli pojas je naročito proširen na kontinentima, a na okeanima je sužen.

2. Umereni pojasevi (jedan na južnoj i jedan na severnoj polulopti), koji se nalaze između godišnje izoterme od 20°C i izoterme od 10°C, najtoplijeg meseca. Ovakva podela uzeta je iz razloga, što su za vegetaciju mnogo značajnije visoke letnje temperature, nego niske zimske temperature. U predelima, gde su srednje mesečne temperature najtoplijeg meseca niže od 10° ne mogu uspevati lisnate šume i razne vrste žita. I ovde su izoterme od 10°C iznad kontinenata na mnogo višim geografskim širinama, nego iznad mora, jer su kontinenti u toplotnom pogledu mnogo osetljiviji od mora.

3. Hladni pojasevi (jedan na južnoj i jedan na severnoj polulopti) se nalaze od izoterme 10°C najtoplijeg meseca do polova.

U ovoj podeli su temperature reducirane na morski nivo.

Ako se uzme u obzir podela po klimatskim pojasevima i Supanova podela po temperaturnim pojasevima, pa se veličina pojedinih pojaseva izrazi u procentima od celokupne zemljine površine, dobiće se ovakvi brojevi:

	Veličina klimatskih pojaseva	Veličina temperaturnih pojaseva	Razlika
Topli pojas	39,5%	48%	8,5%
Umereni pojasevi	52,0%	35,5%	—16,5%
Hladni pojasevi	8,5%	16,5%	8,0%
Svega	100,0%	100,0%	0,0%

Po termičkoj podeli topli pojas je povećan za 8,5%, umereni pojasevi smanjeni za 16,5%, a hladni su povećani za 8%.

b) Temperaturni pojasevi po Köppenu. — Köppen je predložio drugačiju podelu zemljine površine na toplotne zone. On je pored izvesnih srednjih temperatura uzeo u obzir i njihovo trajanje koje je u tesnoj vezi sa organskim životom na zemlji. Kao baze za ovu podelu na toplotne pojaseve uzeo je on dve kritične srednje dnevne temperature od 10°C i 20°C koje nisu reducirane na morski nivo. Dalje je on uzeo trajanje ovih srednjih dnevnih temperatura (10° i 20°) za vreme od jednog, četiri, osam i dvanaest meseci.

Prema njegovoj podeli izlazi ovako: U predelima gde srednjih dnevnih temperatura iznad 10°C ima manje nego što je dužina jednog meseca, drveće ne može uspevati. Tu je u stvari polarna granica drveta i zemljoradnje i prelazak u tundre, tj. tresetima slične biljne formacije, pretežno sa mahovinama i lišajevima.

U predelima gde srednje dnevne temperature iznad 10°C traju za vreme od 4 meseca može da raste hrastova šuma a donekle se mogu gajiti i žita.

Na osnovu tih graničnih vrednosti Köppen je postavio ovakve toplotne pojaseve uzimajući srednje dnevne temperature i vreme njihovog trajanja.

1. Tropski pojas (svih 12 meseci vrući, temperature iznad 20°C).

2. Suptropski pojasevi (4 do 11 meseci vrući, temperature iznad 20°, a 1 do 8 meseci umereni, temperature između 10 i 20°).

3. Umereni pojasevi (4 do 12 meseci umereni, temperature između 10 do 20°C).

4. Hladni pojasevi (1 do 4 meseca umereni, temperature između 10 do 20°C, a ostali meseci su hladni sa srednjom temperaturom ispod 10°).

5. Polarni pojasevi (svi meseci hladni, temperature ispod 10°C).

Umereni pojas severne i južne polulopte deli se na tri podređene zone, koje imaju jednu zajedničku osobinu, a to je, da srednje dnevne temperature između 10 i 20° traju najmanje 4 meseca, a srednje dnevne

temperature iznad 20°C traju najduže 4 meseca. Karakteristike pojedinih zona su sledeće:

S t a l n o   u m e r e n a   z o n a, u kojoj srednje dnevne temperature nisu nikad niže od 10° niti više od 20°C.

Z o n a   t o p l i h   l e t a, ograničena samo na kontinente, u kojoj su srednje dnevne temperature u jednom ili više meseci niže od 10°, ali su u letnjim mesecima srednje temperature iznad 20°C.

Z o n a   u m e r e n o g   l e t a   i   h l a d n e   z i m e, gde srednje temperature od 10 do 20° vladaju od jednog do četiri meseca, a svi ostali meseci su hladniji. Ta zona se, sa izuzetkom u Sibiru, pruža oko cele zemlje.

30.3 KLIMATSKI TIPOVI

Klimatskih tipova ima više, ali su najglavniji sledeći: m a r i t i m n i ili o k e a n s k i   t i p   k l i m e, p r i m o r s k i ili l i t o r a l n i   t i p   k l i m e i k o p n e n i ili k o n t i n e n t a l n i   t i p   k l i m e. Najizrazitiji predstavnik kontinentalne klime je pustinjska klima. P l a n i n s k a   k l i m a je takođe jedna grana kontinentalne klime, koja se od nje razlikuje usled dejstva fiziografskih uticaja.

V

31. MEZOKLIMA I TOPOKLIMA

U članu 2. prikazana je podela klime prema veličini prostora na koji se dotična klima odnosi. Ovde će se detaljno prikazati mezoklima i topoklima pod jednim nazivom m e s n a   k l i m a, i to sa naročitim osvrtom na »klimu u prizemnom sloju vazduha«. Proučavanje ovakve klime je veoma važno u poljoprivredi, jer se na osnovu takvih podataka mogu planirati podizanja raznih poljoprivrednih objekata, od kojih na prvom mestu dolaze plantažni voćnjaci, vinogradi, povrtnjaci itd.

31.1 KLIMA U PRIZEMNOM SLOJU VAZDUHA

Prizemni sloj vazduha je od zemljine površine do oko 2 metra visine. U ovom sloju su drugačiji meteorološki i klimatološki uslovi nego što su iznad njega. Najveća aktivnost toplotne razmene je između zemljišta i vazduha baš u tom sloju. Aktivni apsorpcijski sloj zemljine površine deluje čas kao izvor toplote, a čas kao izvor hladnoće na vazduh koji dodiruje zemljinu površinu. Ovaj sloj je i glavni izvor vodene pare koja dospeva u atmosferu, zatim izvor prašine i raznih gasova koji izlaze iz zemljine unutrašnjosti. Specijalni klimatološki uslovi koji vladaju u ovom prizemnom sloju su od velikog interesa; jer to su u stvari uslovi u jednom graničnom sloju između zemlje i atmosfere. Ali kako u ovom vazdušnom sloju raste i najveći broj biljaka, i to u najviše slučajeva mladih biljaka osetljivih prema meteorološkim elementima, to se ponekad klima ovog prizemnog sloja naziva kao k l i m a   b i l j a k a. U ovom sloju živi i veliki broj životinja, pa se klima u prizemnom sloju vazduha naziva i k l i m a   s t a n i š t a ili e k o k l i m a (44).

31.2 MESNA (LOKALNA) KLIMA

Mesna klima se od mnogih stručnjaka predstavlja kao mikroklima, što prema podeli u članu 2. ne bi odgovaralo. Ali lokalna klima može da obuhvati veliki broj mikroklimata.

Mesna (lokalna) klima se prema Seilkopfu (45) definiše još i kao klima položaja. Ovu definiciju je prikazao Schneider-Carius (46) na sledeći način: »Klima položaja opisuje meteorološke elemente i atmosferske procese u njihovoj zavisnosti od položaja u najširem smislu, tj. od geografske širine, rastojanja od obale, nadmorske visine, čvrste ili tečne podloge, vrste zemljišta, orografije u velikom ili u malom, nagiba terena, ekspozicije, vegetacije ili obrađivanja, i najzad položaja pojedinih osmatračkih stanica«.

Mörikofer (47) je predložio sledeće klimatološke dimenzije u koje je obuhvaćena i lokalna klima.

Klimatska oznaka	Red veličina	Primer
Zonalna klima	5000 km	Umerena zona
Klima velikog područja	1000 km	Srednja Evropa
Pokrajinska klima	100 km	—
Regionalna klima	10 —20 km	Predeo Davosa
Lokalna klima	100—1000 m	Južna padina nekog brda

Na obrazovanje lokalne klime utiču reljef zemljišta i fizičke osobine podloge. Pod fizičkim osobinama podloge podrazumeva se: kopno, voda, led, sneg, gola zemlja, vegetacija, šuma, zatim razne vrste zemljišta kao što je pesak, černozem, gajnjača itd.

Tačna granica između lokalne klime i makroklime ne može se povući. Jedna makroklimatska oblast može obuhvatati, kao što je i napred rečeno, veliki broj predela sa izrazitim crtama lokalne klime. Zadatak opšteg klimatskog proučavanja je da u prvom redu pronađe opšte crte klime, koje su karakteristične za celu proučavanu teritoriju, ili da se odrede veće klimatske razlike, koje su u vezi sa raznim atmosferskim procesima. Međutim, pri proučavanju lokalne klime zadatak je sledeći: da se u punoj meri prikažu klimatske razlike pojedinih delova teritorije u vezi sa razlikama podloge i reljefa na tim delovima teritorije.

31.3 UTICAJ PODLOGE NA VERTIKALNU RASPODELU KLIMATSKIH ELEMENATA

Podloga ima veliki uticaj na vertikalnu raspodelu meteoroloških elemenata u prizemnom vazdušnom sloju. Ovo naročito važi za temperaturu vazduha.

a) Vertikalna raspodela temperature vazduha. — Prizemni sloj vazduha se u toku dana najviše zagreje, a u toku noći najviše ohladi. Prema tome, temperatura vazduha u tom sloju opada sa visinom u toku dana a raste u toku noći. Ovo se događa pri tihom i vedrom vremenu. Usled toga je dnevno temperaturno kolebanje u prizemnom sloju vazduha veliko, a sa visinom se smanjuje. Zbog manje brzine vetra iznad same zemljine površine smanjuje se i mešanje vazdušnih masa sa različitim temperaturama, pa se tako temperatura ne izjednačuje čak i na malom prostoru.

Slaba turbulencija vazduha u prizemnom vazdušnom sloju je i uzrok za obrazovanje velikih vertikalnih temperaturnih gradijenata. Najveći vertikalni temperaturni gradijenti su u vazduhu iznad zemljine površine, a ukoliko je visina veća utoliko su gradijenti manji. Opadanje temperaturnih gradijenata sa visinom može se dobro videti iz slike 22, koja predstavlja dnevni tok temperature na raznim visinama u Beogradu, prema merenjima P. Vujevića (48).

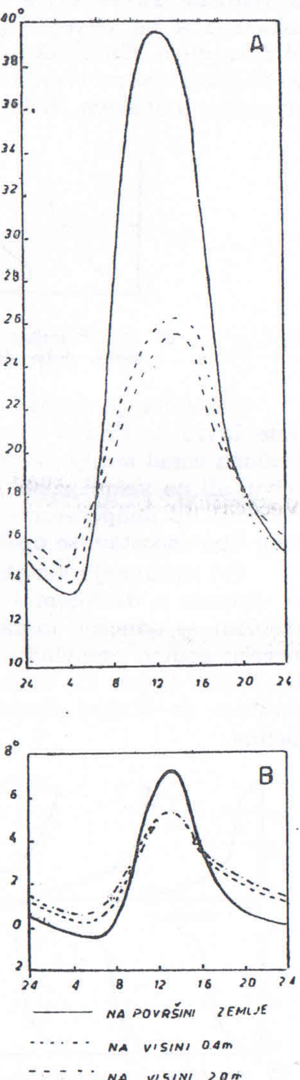
Iz slike 22. (pod A) se vidi velika razlika temperature na površini zemlje i u vazduhu u toku leta u dnevnim časovima. Dok su npr.

temperaturne krive za visinu 0,4 i 2,0 metra bliske jedna drugoj, i skoro se poklapaju, dotle se kriva za površinu zemlje veoma udaljuje od njih. Što znači, temperaturni gradijent je veoma veliki od zemljine površine do visine 0,4 metra, a mnogo manji od 0,4 do 2,0 metra visine. Opadanje vertikalnog temperaturnog gradijenta sa visinom za minimalnu temperaturu može se videti i iz slike 21. Iz slike 22. se dalje vidi izrazito i jasno zakašnjavanje maksimuma temperature sa visinom, dok je to vremensko odstupanje kod minimalne temperature malo, usled slabe promene temperature vazduha sa visinom u jutarnjim časovima kada temperatura vazduha ima svoj minimum.

Pri ispitivanju vertikalne raspodele temperature u prizemnom sloju vazduha, treba ispitati ne samo čisto insolacione i radijacione slučajeve, već i prelazne slučajeve, koji su karakteristični za razno vreme dana i godine. Osim toga, mora se ispitati raspodela temperature, u zavisnosti od različitih vazdušnih masa pri različitim vremenskim situacijama.

Na slici 23. iznete su temperaturne krive koje predstavljaju promenu temperature vazduha sa visinom u razno doba jednog tihog i vedrog dana. Kriva 1 predstavlja raspodelu temperature do 2 metra visine pri čistoj radijaciji, što je karakteristično za noćne časove pri vedrom nebu, kada temperatura raste sa visinom. Takav tip krive ponekad varira, i prelazi u krivu 1a, gde je temperatura vazduha pri samoj zemlji nešto povišena, što se događa u slučaju običnog izlučivanja rose i oslobađanja latentne toplote.

Kad počne jutarnje zagrevanje, tada se u samom prizemnom sloju počne povišavati temperatura, a na ostalom višem sloju kriva zadržava radijacioni tip. Prema tome, za rane jutarnje časove promena temperature sa visinom vrši se takođe kao što pokazuje kriva 1a. Prelaz iz noćnog radijacionog tipa u dnevni insolacioni tip nije prikazan na sl. 23. To bi bio slučaj izotermije, gde se temperatura ne menja sa visinom te bi, prema tome, takva kriva išla pravo vertikalno uvis. Međutim, slučaj izotermije može se videti i na slici 22. To su one tačke odnosno vreme gde se sve tri krive seku kako kod letnjih temperaturnih krivih (pod A) tako i kod zimskih (pod B).

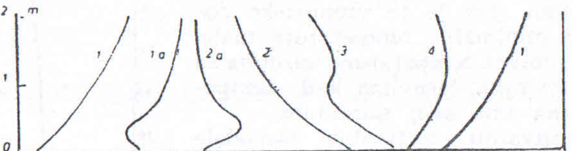


Sl. 22. Dnevni tok temperature na raznim visinama u Beogradu: A — u toku leta; B — u toku zime

Varijanta krive, koja je tipična za rane jutarnje časove, jeste kriva 2a. Ona predstavlja slučaj, kada rosa koja je pala u toku noći ispari pod

dejstvom jutarnjeg sunčevog zagrevanja, usled čega se snizi temperatura u samom prizemnom sloju.

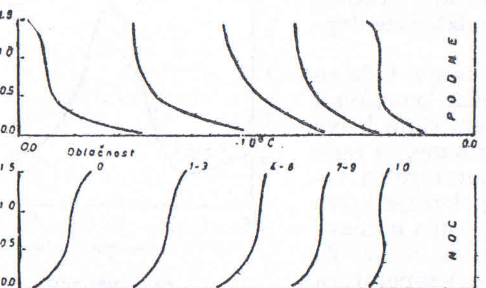
Kriva 2 predstavlja čistu insolacionu krivu — temperatura opada sa visinom. Takva kriva može takođe varirati. Najveća stvarna izmena pokazana je na krivoj 3, gde se vidi, kako se čisto insolaciona kriva ne održava dugo. Kroz neko vreme čisto insolaciona kriva 2 se deformiše na taj način, što se na visini oko 1 metar pojavi izotermija ili čak neka slabija inverzija; u svakom slučaju temperaturni gradijent se smanjuje.



Sl. 23. Promena temperature vazduha sa visinom u razno doba dana pri tihom i vedrom vremenu

Za večernje časove predstavnik temperaturne izmene sa visinom jeste kriva 4. Prema ovoj krivoj vidi se hlađenje zemljine površine i vazduha iznad zemlje; insolaciona kriva iznad zemlje prelazi u radijacionu krivu, ali na visini iznad 1 metra kriva donekle zadržava insolacioni tip. Večernji tip temperaturne krive 4 formira se još do zalaska sunca. Posle ovog tipa uspostavi se opet čisto radijacioni tip 1.

Pri ispitivanju krivih linija koje predstavljaju promenu temperature sa visinom u dnevnom i godišnjem toku u prvom redu mora se rešiti problem — odnosno mora se ustanoviti — u koje doba dana i u kome mesecu godine preovlađuje insolacioni tip i kada se on smenjuje sa radijacionim tipom. Da bi se ovo ustanovilo moraju se proučiti tokovi temperature na raznim visinama u raznim časovima dana i u raznim me secima.



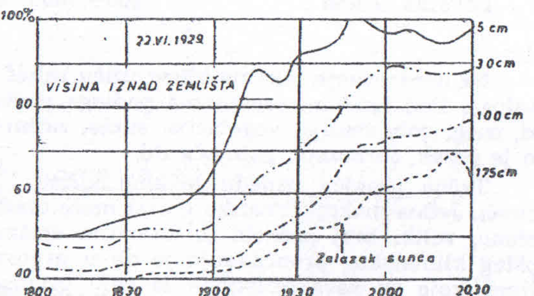
Sl. 24. Promena temperature vazduha sa visinom u zavisnosti od oblačnosti u Nederlingu **(Bavarska)**

Krive linije koje predstavljaju vertikalnu raspodelu temperature sa visinom veoma mnogo zavise od makroklimatskih i mikroklimatskih uslova. Oblik tih krivih veoma je različit takođe i pri različitim uslovima vremena. Na primer pri advekciji hladnih vazdušnih masa, može u toku noći da se uopšte ne obrazuje čisto radijaciono stanje u prizemnim slojevima, koje je predstavljeno krivom 1.

Naročito je u tesnoj vezi temperaturni tok sa oblačnošću. Slika 24. pokazuje promenu temperature vazduha sa visinom u zavisnosti od oblačnosti, u Nederlingu u Bavarskoj za vreme vegetacionog perioda 1926. godine.

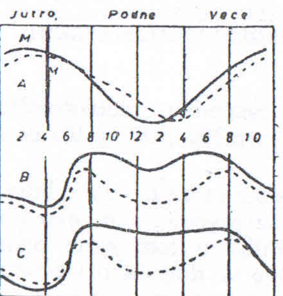
Na kraju je potrebno naglasiti, da napred navedeni podaci, važe za srednje dnevne vrednosti dotičnih elemenata. Međutim, ako se posmatra promena temperature sa visinom u nekom proizvoljnom momentu, to se mora uvek računati sa faktorom uskomešanosti, odnosno turbulentnim stanjem atmosfere. U takvoj atmosferi temperatura se ne menja sa visinom po napred iznetoj pravilnosti, već sasvim drugačije, što zavisi od stepena uskomešanosti u atmosferi.

b) V e r t i k a l n a r a s p o d e l a v l a ž n o s t i v a z d u h a. — Zemljina površina ima isti uticaj na odnose vlažnosti u prizemnim slojevima vazduha kao i na temperaturne odnose. Kao što je poznato, vodena para dolazi u vazduh isparavanjem sa površine zemlje i vegetacije i sa slobodne vodene površine. Od površine isparavanja prenošenje vodene pare u atmosferu vrši se i turbulentnim kretanjima. Maksimum apsolutne vlage biće uvek iznad same površine isparavanja. Tok relativne vlažnosti je u tesnoj vezi sa temperaturnim tokom i menja se u toku dana.



Sl. 25. Promena relativne vlažnosti sa visinom za vreme letnjih večeri

Slika 25. pruža izvestan pojam o promeni relativne vlažnosti sa visinom za vreme letnjih večeri (3). Iz slike se vidi da je odmah posle zalaska sunca relativna vlažnost iznad same površine zemlje dostigla 100%, dok je u isto vreme na visini 175 cm bila samo 55%, tj. za 45% manja. Prema tome, kao što se vidi, u večernjim časovima relativna vlažnost vazduha opada sa porastom visine.



Sl. 26. Dnevni tok vlažnosti vazduha iznad površine zemlje i na visini 1,5 m u toku letnjeg vedrog dana: A — relativna vlažnost u toku dana, B — apsolutna vlaga u toku dana na umerenim širinama, C — apsolutna vlaga kada preko noći padne rosa

Na slici 26. prikazani su prema Geigeru dnevni tokovi apsolutne i relativne vlažnosti vazduha iznad same zemljine površine i na visini 1,5 m, koji se odnose na letnje vreme i za vedar dan (48).

Kao što se na sl. 26. vidi, relativna vlažnost u toku dana ima jedan maksimum i jedan minimum na obe visine. Maksimum je oko sunčevog izlaska i to u isto vreme (oko 4 časa), na obema visinama, dok je minimum oko 13 časova iznad same zemljine površine, i oko 16 časova na visini 1,5 m. Relativna vlažnost je veća u jutarnjim časovima (do oko 8 časova), zatim u popodnevnim časovima i preko noći iznad same zemljine površine nego na visini 1,5 m. Kada se površina zemlje počinje zagrevati, relativna vlažnost na obe visine se izjednači (presek krivih A), zatim vlažnost iznad zemlje opada brže nego na 1,5 m. Razlika ovih dveju krivih linija postaje sve

veća. Kada se zagrevanje rasprostre do visine 1,5 m tada se razlika relativne vlažnosti iznad zemlje i visine 1,5 m smanjuje i u ranim popodnevnim časovima (oko 15 časova) krive se opet seku.

Apsolutna vlaga u svom dnevnom toku ima dva maksimuma i dva minimuma (krive B). Dnevni tokovi apsolutne vlage iznad zemlje i na 1,5 m visine se nigde ne seku, pošto je apsolutna vlaga iznad zemlje veća u toku celog dana od apsolutne vlage na 1,5 m. Jutarnji minimum na obema krivim je usled niske temperature. Drugi minimum oko 14 časova, koji je više izražen kod vlage na 1,5 m, nastaje usled odnošenja vodene pare uvis konvektivnim strujama, tako da isparavanje sa zemlje ne može nadoknaditi odnetu vodenu paru. Prvi maksimum apsolutne vlage pada u jutarnje časove (oko 7 časova), a drugi oko 20 časova. Na većoj visini od 1,5 m oba maksimuma se slivaju, i noćni minimum iščezava. Dobija se kriva sa jednim maksimumom i jednim minimumom. Ako u toku noći padne rosa, to je za neko izvesno vreme apsolutna vlaga iznad same zemlje manja, nego na visini 1,5 m (vidi krive C).

c) V e r t i k a l n a r a s p o d e l a b r z i n e v e t r a. — Brzina vetra raste sa porastom visine u prizemnom sloju vazduha. Najmanja brzina vetra je iznad same zemljine površine usled trenja vazduha o podlogu. Ovo se naročito ispoljava kada je zemljište pokriveno biljnim pokrivačem. Usled toga smanjuje se i mešanje vazduha koje izjednačava razlike meteoroloških elemenata na malom prostoru. Promene brzine vetra sa visinom su u početku velike a zatim se smanjuju, dakle isto kao i kod ostalih meteoroloških elemenata. Vertikalni gradijenti temperature i vlažnosti vazduha su u tesnoj vezi sa veličinom porasta brzine vetra sa visinom.

Zavisnost brzine vetra od visine izražava se empiričkom jednačinom:

$$V_h = V_1 h^k$$

gde je V_h — brzina vetra na visini h, V_1 — brzina vetra na visini 1 metar i k — jedan koeficijent, čija veličina zavisi od mesta i vremena osmatranja, a uglavnom se menja od 0,2 do 0,4 (48).

Prema osmatranjima u Potsdamu na ravnoj livadi za period jun-oktobar 1918. godine dobivene su sledeće vrednosti brzine vetra na raznim visinama:

Visina (cm)	5	25	50	100	200
Brzina vetra (m/s)	1,3	2,01	2,44	2,84	3,33

Prema rezultatima S. A. Sapožnjikove, pri brzini vetra od 20 m/s na 10 m visine, brzina vetra na 10 cm bila je: iznad travnog pokrivača 4 m/s, iznad golog zemljišta 7 m/s, i iznad snežnog pokrivača 7 m/s, (15). Iz ovih se podataka vidi, da se brzina vetra na 10 cm visine smanjila u odnosu na 10 m visine: iznad travnog pokrivača 5 puta, iznad golog zemljišta 3 puta i iznad snežnog pokrivača 3 puta.

32. SAMOSTALNI I NESAMOSTALNI MIKROKLIMAT

Ovde se prikazuju neki pojmovi o samostalnom i nesamostalnom mikroklimatu prema Geigeru (48). Ako meteorološki režim zemljine površine i prizemnog sloja vazduha zavisi od same podloge, to će na malim površinskim rastojanjima biti razlike u mikroklimi. Različiti mikroklimatski elementi na obližnjim delovima zemljine površine mogu uticati jedan na drugi putem advektivnog strujanja vazduha, koje često nastaje baš usled razlike meteoroloških uslova na obližnjim mestima (na prvom mestu usled razlike temperature).

U vezi sa horizontalnim prenošenjem vazdušnih masa i njihovih fizičkih osobina pojavljuje se pojam o s a m o s t a l n o m i n e s a m o s t a l n o m k l i m a t u. Prema Geigeru se s a m o s t a l n i m k l i m a t o m naziva ona mikroklima čije su osobine vezane za jedno određeno mesto, a koje su nastale pod dejstvom samo podloge tog mesta. Međutim, veću ulogu u izmeni mikroklime nekog mesta igra advekcija vazduha iz okolnih mesta sa različitim meteorološkim osobinama. Podloga u ovakvim slučajevima ne igra aktivnu ulogu. To je u stvari nesamostalni mikroklimat.

Navodimo neki prostiji primer: Klima u sredini male grupe drveća ili u šumi blizu njene ivice, ispod kruna drveća. Ako je površina zemlje ispod drveća potpuno pod senkom, to povišenje temperature vazduha pod samim krunama ne nastaje usled prenošenja toplote od zemljine površine, već usled advektivnog strujanja od susednih mesta bez šume i vegetacije, koja su jače zagrejana neposrednim sunčevim zracima. Isto tako u toku noći ispod drveća zemlja se malo ohladi, a hladniji vazduh koji se nalazi iznad nje je obično došao sa strane. Prema tome, dnevna amplituda temperature je veća ispod kruna drveća nego na samoj zemljinoj površini, kao što je to napred rečeno.

Drugi primer nesamostalnog mikroklimata sreće se u oazama pustinja. Vegetacija koja pokriva zemlju u oazi utiče da se zemljina površina manje zagreva od okolnog peska i vazduha iznad njega; zagrejani vazduh pustinje prostire se i nad oazom. Prema tome, u dnevnim časovima kriva vertikalnog toka temperature vazduha nad oazom neće imati oblik insolacione krive.

33. UTICAJ RELJEFA NA OBRAZOVANJE MESNE KLIME

O uticaju reljefa na obrazovanje klime uopšte već je bilo reči u članu 26. Ovde će biti izneti neki specifični uticaji reljefa na mesnu klimu.

a) U t i c a j r e l j e f a n a t e m p e r a t u r u z e m l j i š t a i v a z d u h a. — Ispresecani reljef je jedan od uzroka, koji mnogo utiče na obrazovanje mesne klime. Kao što je poznato, padine koje su različito orijentisane ne primaju u toku dana i godine iste količine toplote od sunca. Ispupčeni i nagnuti oblici reljefa imaju različite dnevne amplitude temperature i relativne vlažnosti.

Temperatura zemljine površine i vazduha iznad nje, pri insolacionom tipu vremena je znatno viša na južnim padinama nego na severnim, zbog veće količine toplotne energije koju primaju južne padine. Isto tako zapadne padine su toplije od suprotnih istočnih padina. Ovo nastupa zato, što u jutarnjim časovima, kada sunce više zagreva istočne padine veliki deo toplote se troši na isparavanje, naročito ako ima rose; zapadne padine sunčevi zraci zagrevaju više po podne, kada je površina zemlje suvlja i tada na isparavanje ide manja količina toplote. Temperaturne razlike između suprotnih padina se izjednačuju sa porastom visine.

Temperatura površine zemlje i nižih slojeva vazduha na platou nije viša nego na južnim padinama. Doline i kotline se zagrevaju jače nego

plato i zbog mirovanja vazduha u njima. Ovo važi u tom slučaju ako doline i kotline nisu zaklonjene od sunca velikim uzvišenjima. Inverzija temperature iznad padina se u toku noći ne može obrazovati zbog strujanja vazduha niz padine. Međutim, rashlađeni vazduh jakom noćnom radijacijom iznad platoa ostaje na mestu. Usled toga iznad platoa su niske temperature, i inverzije su veoma jako izražene.

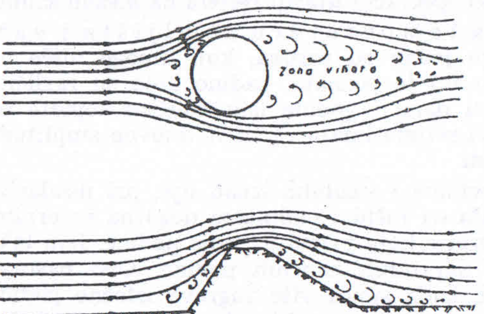
Kao zaključak može se još reći, da i sama sniženja (udolja) i povišenja reljefa već utiču na temperaturne odnose. Tako npr. Geiger smatra da visinska razlika reljefa od nekoliko santimetara već utiče na noćnu temperaturu. Na šumskim udoljinama blizu Minhena, koja su bila oko 20 cm niža od srednjeg platoa, temperatura je bila često ispod 0^0 i zemljina površina se zamrzavala, dok je na platou zemlja bila nezamrznuta. U tim udoljinama borova šuma je bila vrlo retka, ili je rasla samo trava usled sistematskog izmrzavanja mladih borova.

Isto tako mala prepreka kao što je nasip od železničke pruge ili kamena ograda, koja ide popreko padine može zaustaviti struju hladnog vazduha. Prema tome, ako ovakve prepreke postoje onda one mogu pre prouzrokovati zamrzavanje zemlje, nego što je to slučaj kod nezaštićenih mesta. Ovde se može izneti jedan slučaj u Jakuti, prema iskazima Serośevskog, gde je jedan noćni mraz uništio bašte koje su bile ograđene kamenom ogradom, a bašte koje su bile na otvorenom polju ostale su pošteđene.

Sistematske razlike u čestini zamrzavanja i uopšte stepen snižavanja noćnih temperatura, koje nastaju u zavisnosti od reljefa, najbolje se ispoljavaju na vegetaciji. U vezi sa ovakvim zamrzavanjem, mogu se primetiti izvesne vrste drveća na padinama kojih nema u nižim udoljinama. Voćke takođe ranije cvetaju na padinama nego u nizinama, a takođe i jagode ranije sazrevaju na padinama nego u nižim udoljinama.

b) U t i c a j r e l j e f a z e m l j i š t a n a v l a ž n o s t v a z d u h a. — Usled poznate uzajamne veze između temperature i relativne vlažnosti, dnevne amplitude vlažnosti vazduha zavise takođe od oblika reljefa kao i amplitude temperature. Uveče i noću u nizinama i dolinama se često obrazuje rosa ili slana, a takođe i prizemna magla u vezi sa lokalnim rashlađivanjem zemljine površine i povećanjem relativne vlažnosti.

c) U t i c a j r e l j e f a n a v e t a r. — Mikroreljef ima takođe uticaja na pravac i brzinu vetra. Na sl. 27. prikazano je skretanje vazdušnih struja, kada one pri svome kretanju naiđu na brežuljak okruglog oblika. Vetar koji optiče oko brežuljka donekle menja svoj pravac. Linije toka sa bočnih strana brežuljka se zbijaju jedna uz drugu i usled toga se izaziva ubrzanje vazdušnih struja; ovo se isto događa i iznad prepreke. Pozadi prepreke se obrazuje zona vihora, gde vetar može imati pravac suprotan opštem toku strujanja. U slučaju ako su na putu vetra dve prepreke, onda vetar koji



Sl. 27. Skretanje vazdušnih struja od brežuljka

struji između njih dobija veoma veliko ubrzanje. Zato su veoma jaki vetrovi kroz uske i dugačke doline i klance, rečna korita itd.

Važno je još znati na kakvom se rastojanju od prepreke (u vezi sa razmerama prepreke) oseća njen uticaj. Prema raznim ispitivanjima izgleda da se taj uticaj prostire uopšte na rastojanju koje je mnogo veće od visine prepreke. Greg navodi, da se jedanput pri snežnoj oluji, gde je brzina vetra bila 20 m/s, pozadi kule visoke 5 m, a prečnika 5,5 m zona vrtložnog strujanja prostirala do 16 m daljine. Ispred šume brzina vetra počinje slabiti po prilici na 50 m, a pozadi šume tek na 500 m vetar dostiže svoju prvobitnu brzinu.

Ispresecani reljef povećava slapovitost vetra, naročito kada se ravna površina smenjuje sa neravnom. Osim povećane turbulencije iznad neravnog terena se stvara još i uzlazno strujanje. Usled toga pojačava se vertikalna komponenta vazdušnog strujanja. Ovo se naročito događa iznad morske obale kada vetar duva sa mora na kopno.

Usled uzlaznog kretanja, koje je posledica ispresecanog terena može se povećati količina padavina iznad ovog terena, nezavisno od povećanja srednje nadmorske visine samog terena. Ali ako obrazovana uzlazna vazdušna struja nije velika i ne utiče na povećavanje kondenzacije vodene pare, ona ipak na ispresecanom terenu ima izvesnog uticaja na količinu padavina. Jer kapljice kiše i snežne pahuljice pri svom padanju nalaze se pod uticajem dveju sila: sile zemljine teže vertikalno na niže i sile vetra horizontalno. Pri ubrzanju vetra preovlađuje horizontalna komponenta i kišne kapljice budu nošene vetrom. Na onim mestima, gde vetar oslabi, preovlada sila teže i kapljice padaju na zemlju.

Usled toga na ispresecanom terenu na onim mestima gde se povećava brzina vetra usled uticaja reljefa (uske doline, klanci, itd.) smanjuje se količina padavina, a na mestima gde se brzina vetra smanjuje količina padavina se povećava.

Prema napred iznetom vidimo, da su ovde čak i mikroklimatski odnosi u pogledu padavina obratni od makroklimatskih, jer pri većim uzvišenjima, kao što smo napred videli (čl. 26) više kiše padne na čeonoj strani planine nego na začeonoj.

VI

KLIMA, ZEMLJIŠTE I BILJKE

Klima, zemljište i biljka su tri stvari koje su u prirodi nerazdvojno povezane među sobom. Osobine zemljišta, u koje se stavlja seme, i osobine klime i vremena, u onoj sredini gde dotična biljka raste, određuju životne uslove vegetacije. Zemljište i klima vrše odgovarajući uticaj na prinos i sazrevanje pojedinih biljnih kultura.

Pogodni klimatski uslovi će malo koristiti ako je zemljište nepogodno; isto tako i najbolje zemljište ne može u nekoj godini dati zadovoljavajući žetveni prinos, ako vremenske prilike donesu u toj godini ili suviše mnogo ili suviše malo vlage i toplote. Prema tome, vreme, klima i zemljište uslovljavaju da li izvesna biljka može na dotičnom mestu da uspeva ili ne.

Vreme i klima utiču donekle na strukturu i sklop zemljišta. Nasuprot tome utiče i zemljište delimično na obrazovanje klime u najnižim vazdušnim slojevima, tj. u životnom prostoru biljaka. Ovi naizmenični uzajamni uticaji su toliko nerazdvojni, da se ne mogu shvatiti, razumeti i iskoristiti, ako se uči samo klimatologija ili samo geologija već je potrebno da se taj problem posmatra i proučava u celini.

34. UTICAJ VREMENA I KLIME NA ZEMLJIŠTE

Ovde će biti izneto kakvo dejstvo imaju pojedini meteorološki elementi i meteorološke pojave na formiranje zemljišta, tj. kako se zemljište menja pod uticajem vremena.

a) U t i c a j j a k i h k i š a n a z e m l j i š t e. — Pri jakim kišama, voda obično otiče iznad zemlje i odnosi sa sobom fine sastojke površine zemljišta. Ovo se naročito događa kod nagnutih površina zemljišta. Ispirajuće dejstvo kiše je utoliko veće ukoliko je kiša jača, te ukoliko ona ima manje mogućnosti i vremena da prodre u zemlju. Osim toga, zemljište biva utoliko pre i više isprano ukoliko je ono sitnozrnastije, tako da pojedini delići zemlje mogu biti i malo jačom vodenom strujom odneti. Naročito je veliko ispiranje zemlje kod rastresitog sveže pooranog ili prekopanog zemljišta.

Biljni pokrivač vrši suprotno dejstvo. On svojim korenim sistemom služi kao korisni zaustavljač materijala od kišne tekuće vode. Ovo naročito važi za brežuljkaste i planinske terene, gde se pod biljnim pokrivačem podrazumeva i šuma. Sečom i uklanjanjem drveća sa uzvišenih delova zemlje uklanja se u isto vreme i prirodna zaštita humusnog pokrivača. Tako se može desiti da pri jakim kišama, za kratko vreme, bude

odnet celokupni humusni sloj zemlje i da se pojavi gola stena iz zemlje. Šteta koja se na ovaj način prouzrokuje nije samo u tome, što je isprano zemljište postalo besplodno, već i u tome, što pri daljem oticanju kišnu vodu nema šta da zadržava; zato ona otiče brzo odmah čim padne iz oblaka i otekne u dolinu kao visoka voda, gde može da izazove poplavu i nanese veliku štetu.

Takva pogrešna ekonomija šume dogodila se u Galiciji krajem prošlog i početkom sadašnjeg veka. Prema nekadašnjoj austrijskoj statistici utvrđeno je, da je samo za 30 godina (od 1884. do 1913) usled poplava izazvana šteta od oko 1,5 milijardi kruna, tj. oko 50 miliona kruna godišnje. Žetva i stoka su ovim poplavama bili uništeni, drumovi i mostovi razrušeni, železničke pruge isprekidane i odnete; pa su čak i čitave planinske padine bile odnete vodom.

b) U t i c a j v e t r a n a z e m l j i š t e. — Isto tako važno je i dejstvo vetra na zemljište. Ovo dejstvo je utoliko veće ukoliko je klima suvlja. Vetar ima takođe dejstvo sile koja odnosi materijal, i to naročito tamo, gde je usled raspadanja materijal postao dovoljno rastresit i isitnjen. Ovakvi slučajevi su naročito izraziti u peščanim pustinjskim oblastima. U našoj zemlji ima takođe ovakvih slučajeva na Deliblatskom pesku u Banatu, zatim između Velikog Gradišta i Rama, gde još ima otvorenog peščanog terena koji vetar košava odnosi. Ali isto tako i u drugim suvim klimatskim predelima postoji erozija zemljišta pod dejstvom jakih vetrova.

Sa jačinom vetra pojačava se i isparavanje sa zemljine površine i zemljište postaje suvlje i rastresitije. Isparenu vodu sa površine zemlje zamenjuje voda iz dubljih slojeva koja se kroz kapilarne sudove zemljine strukture penje iz dubine prema površini. Ali pri svome uzdizanju ova voda iz dubine zemlje iznosi na površinu i mineralne hranljive sastojke (npr. soli), koji su u vodi rastvoreni. Pri daljem isparavanju vode mineralni sastojci se izdvajaju na površini zemljišta kao kristali. Gde se ovakve soli pojavljuju zemljište prestaje biti korisno za poljoprivredu; no još pre toga koncentracija soli je u gornjim slojevima zemljišta toliko jaka, da kulturne biljke ne mogu da uspevaju. Čak ni stoka ne može da pase travu koja na takvim zemljištima raste.

Da bi se moglo boriti protiv ovakve štete postoje samo dve mogućnosti: povećavanje padavina ili smanjivanje isparavanja vode iz zemljišta. I jedno i drugo, po našem mišljenju, može se postići podizanjem poljozaštitnih pojaseva, ili podizanjem tzv. »zabrana« koji su poznati u Šumadiji. Naročito se poljozaštitnim pojasevima može zemlja zaštititi od vetrova, odnosno od jakog isparavanja sa zemljine površine.

Takođe i obrazovanje dina nastaje isključivo dejstvom vetra na zemljište. I to se može videti kod nas na Deliblatskom pesku. Borba protiv pokretnih dina sastoji se u planskom sađenju biljaka pomoću kojih se učvršćuje zemljište na svom mestu.

c) U t i c a j m r a z e v a n a z e m l j i š t e. — Vrlo veliko dejstvo na obradu i sitnjenje zemljišta imaju mrazevi u vezi sa dovoljnom vlagom u zemlji. Jer voda koja se u zemlji smrzava znatno se širi i pritom razvija dosta veliku snagu, pod kojom se delovi zemljišta raspadaju i smanjuju u sitne deliće. Zemlja se naročito isitni kada se po noći smrzava, a po danu raskravi i tako naizmenično, iz dana u dan.

35. UTICAJ ZEMLJIŠTA NA KLIMU

Biološka zbivanja, u prvom redu život i aktivnost bakterija u zemljištu, upravljaju se donekle prema hemijskim i fizičkim osobinama samog zemljišta. Ali novim istraživanjima je ustanovljeno, da dejstvo i životna svežina bakterija u zemljištu stoje u tesnoj vezi sa zbivanjima u atmosferi. Pod uticajem atmosferskih pojava se ubrzava ili usporava raspadanje i prepravljanje organske materije koja se u zemljištu nalazi. Prema tome je i svako stanje zemljišta produkt njegovih hemijskih i fizičkih osobina kao i njegove reakcije na vremenske uticaje.

Kao što je poznato, temperatura i vlažnost vazduha u prizemnom sloju, tj. u životnom prostoru kulturnih biljaka, u najvećem delu uslovljene su insolacijom za vreme dnevnih časova i radijacijom u toku noći, odnosno gubljenjem toplote u svemir. Sem toga, temperatura i vlažnost vazduha u prizemnim slojevima zavise još i od sposobnosti provođenja toplote u dublje slojeve zemlje, a takođe i od vlažnosti zemljišta. Sposobnost provođenja toplote zemljišta je utoliko veća, ukoliko su čvršći i gušći njegovi slojevi; rastresita zemljišta čije su šupljine napunjene vazduhom vrlo su rđav provodnik toplote, zbog toga se njihova površina u toku dana dosta zagreje, a u toku noći rashladi. Glinovita zemlja je bolji provodnik toplote od suvog rastresitog peščanog zemljišta, te se zato u toku dana površina gline manje zagreje nego površina peska a u toku noći se manje i rashladi od peska. Međutim, kako se peščana površina u toku toplog letnjeg dana znatno zagreje, na dubini samo od nekoliko santimetara temperatura je dosta niska. Usled toga dolazi do jakog hlađenja površinskog sloja peska u toku noći, jer je provođenje toplote iz dubljih slojeva slabo.

Kao primer za ovo mogu se uzeti peščane pustinje u Africi, gde po danu temperatura dostiže do oko 60°C a po noći se često spusti nešto ispod 0°. Naravno postoji malo biljaka čije tkivo i struktura mogu da izdrže ovako velika temperaturna kolebanja, a sem toga u ovakvom zemljištu nedostaju hranljivi sastojci.

Da vidimo sada šta se dešava kada zemljište promeni sadržinu vode, tj. postane vlažnije ili suvlje. Primanjem vlage nabujaju ove materije; one se raširе i postanu veće, a šupljine između pojedinih delova se smanje pri povećanju vlažnosti. Na taj način se poboljša sposobnost provođenja toplote u dublje slojeve zemljišta. To se naročito događa na površini humusa, koja održava izvesnu količinu vlage i na taj način reguliše temperaturne odnose u prizemnom sloju vazduha, gde se nalazi veći deo biljnog sveta. Ovo se izražava u tome što vlažni humus u toku dana provodi toplotu u dublje slojeve, te se ne vrši suvišno i štetno nagomilavanje toplote u najgornjim slojevima zemlje. Isto tako u toku noći se iz dubljih slojeva humusa provodi toplota prema površinskom sloju i nadoknađuje izgubljena toplota radijacijom sa površine zemljišta. Zato dnevna temperaturna kolebanja na površini humusa nisu velika.

Može se dogoditi da zemljište upije suviše vlage, kao što se to sreće kod barovitog zemljišta, gde voda nije više pričvršćena za deliće zemlje, već je u obliku kapljica, koje čak mogu i polako da teku. Ova se voda na površini ohladi, postane teža i tone polako dole u dublje slojeve zemlje, a u gornjem sloju zemlje se obrazuje bezvazdušni prostor, koji dejstvuje kao rđav provodnik toplote, te se zato površinski sloj zemljišta dosta ohladi. U ovakvim močvarnim predelima dolazi onda pre do pro-

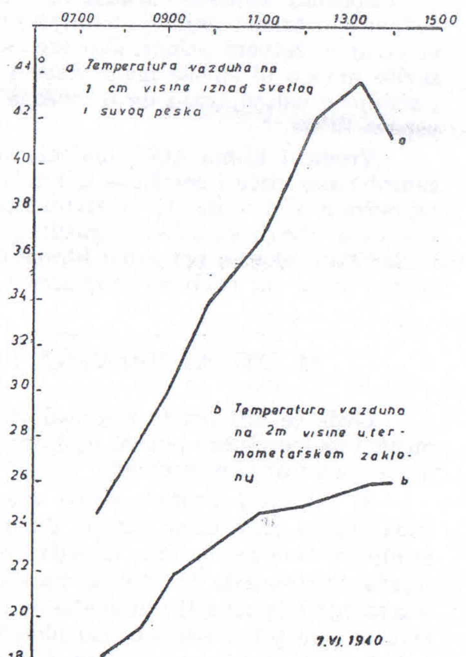
letnjih i jesenjih mrazeva, ali ne samo iz razloga stvaranja pomenutih bezvazdušnih prostora, već na ovo utiču i sledeći faktori: prvo, intenzivnije isparavanje vode iz mokrog zemljišta, a u vezi sa tim i hlađenje njegove površine, i drugo, barovito zemljište je obično pokriveno gustom travom, ševarom, trskom itd. koja drži u nepokretnom stanju jedan sloj vazduha koji opkoljava ovu travu. Taj zatvoreni vazduh je rđav provodnik toplote i ima istu ulogu kao vazduh između duplih prozora na kućama, te se zato aktivni površinski sloj vegetacije znatno rashladi. Najzad, treba uzeti u obzir i to, da je iznad prostranih močvarnih predela vazduh obično bez prašine čime se potpomaže izračivanje. Suprotno ovome deluje količina vodene pare u prizemnom vazduhu koje obično ima dosta iznad močvarnih zemljišta.

Kad se uzmu ukupna dejstva raznih faktora u jednom i drugom pravcu, doći će se do zaključka, da je iznad močvarnog zemljišta dosta veliko dnevno kolebanje temperature, što ima negativne posledice na rastenje biljaka.

Na temperaturne odnose u prizemnom vazduhu, osim napred navedenih faktora, deluje još i hrapavost površine. Ako je npr. zemljište sveže poorano ili prekopano, onda je ono neravno i ukupna aktivna apsorpcijska površina je veća, nego kod ravnog zemljišta. Usled toga sa ove veće površine biće noću i veće izračivanje toplote, odnosno veće hlađenje, te će zato pre doći do snižavanja temperature ispod 0°, tj. do mraza.

Najzad za opšte toplotno stanje je važna i boja zemljišta. Ukoliko je zemljište svetlije i belje, utoliko je veće dejstvo refleksije direktnih sunčevih zrakova, te je zagrevanje manje. Tamna boja apsorbuje mnogo više sunčeve zrake i jače se zagreva.

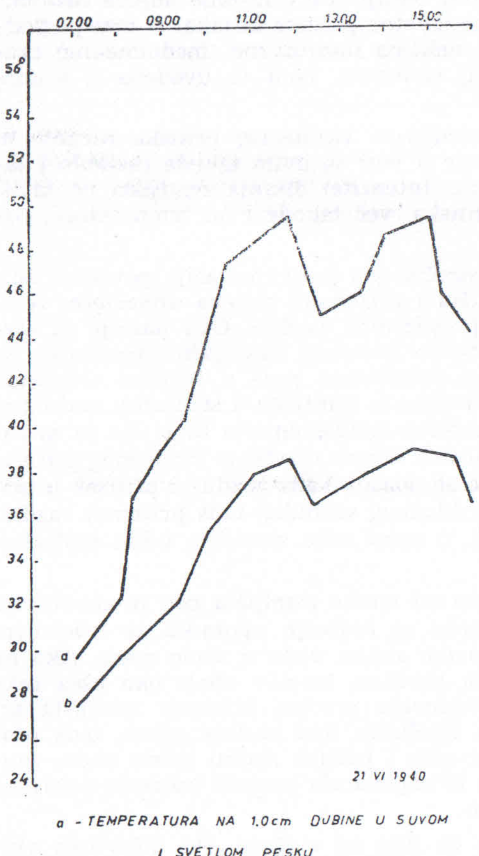
Da bi se ustanovile temperaturne razlike, s obzirom na pojedine vrste zemljišta, potrebno je da se vrše naročita merenja temperature. Tako pored merenja temperature na 2 m visine iznad zemlje, treba vršiti merenja još i na površini zemljišta, zatim na maloj dubini ispod zemljišta i na maloj visini iznad zemljišta.



Sl. 28. Dnevni tok temperature vazduha na 2 m i na 1 cm visine (od 7 do 15 čas), iznad svetlog i suvog peska

Na sl. 28. prikazane su temperature vazduha na 2 m i na 1 cm visine, na dan 7. VI 1940. g. pri vedrom vremenu prema merenjima u jednom mestu u Nemačkoj. Merenja su vršena iznad svetlog i suvog peska. Kao

što se iz slike vidi dok se vazduh na 2 m visine zagrejao do 26°C, dotle je zagrevanje vazduha na 1 cm visine bilo 44°, tj. temperaturna razlika je bila 18°C. Drugim rečima se to može i ovako izraziti: na 2 metra visine imale su biljke toga dana normalnu srednjoevropsku klimu, a u blizini korena severnoafričku klimu. Ćelice biljaka u donjim delovima su izložene sasvim drugim temperaturnim uticajima, nego npr. grane, lišće, cvetovi, plodovi itd.



Sl. 29. Dnevni tok temperature na 1 cm dubine i 1 cm visine iznad svetlog suvog peska

Na sl. 29. prikazan je dnevni tok temperature na 1 cm iznad i 1 cm ispod zemljine površine, takođe prema merenjima u Nemačkoj na dan 21. juna 1940. g. Tog dana bilo je prolazno naoblačenje između 12 i 13 časova, što se odrazilo na dnevni temperaturni tok, kako na 1 cm ispod tako i na 1 cm iznad zemljine površine. Iz slike se vidi da je na 1 cm iznad zemlje maksimalna temperatura bila 39°C, a na 1 cm ispod zemljine površine 50°C. Prema tome, na odstojanju od svega 2 cm temperaturna razlika je bila 11°C.

Što se tiče razlike temperature na 2 m visine i na zemljinoj površini, to ona zavisi od sledećih faktora:

1) Ukoliko je vreme više bez vetra utoliko je ova razlika veća;

2) Što je vazduh čistiji, to je prodornije prolaženje sunčevih zrakova, pa će i ova razlika biti veća;

3) Što je zemljište rastresitije i suvlje to je i pomenuta razlika temperature veća.

Ove činjenice ne treba posmatrati samo sa naučnog već i sa čisto praktičnog gledišta. Ustanovljeno je npr. da se disanje zemljišta[1]) pojačava sa povišenjem temperature zemljine površine. Dalje

[1]) Vidi član 36.

je dokazano, da porast temperature zemljine površine utiče na stavljanje u pokret jedinjenja azota i fosfora čije se rezerve nalaze u zemljištu. Naročito pri razviću i na prinosu suncokreta ustanovljeno je da se nedostatak azota u zemljištu nadoknađava povišenjem temperature. Naprotiv, povišenje temperature zemljišta ne utiče na prisutne rezerve kalija.

Suvišno povišenje temperature zemljišta može pod izvesnim uslovima da deluje i štetno, naročito ako je istovremeno oskudica u padavinama.

Kao zaključak iz svega ovoga može se izvesti, da je za poljoprivredu neophodno potrebno merenje temperature zemljišta.

Da bi se videle temperaturne razlike na površini zemljišta i na 2 m visine iznećemo podatke za Beograd. U tablici 39. izneti su podaci srednjih mesečnih temperatura (t) na 2 m visine u termometarskom zaklonu i na površini zemlje (t_1) za terminske časove osmatranja (7, 14 i 21 čas).

Tablica 39. Temperatura (t) na 2 m visine i (t_1) na površini zemlje u Beogradu u periodu 1944—1951. g.

Meseci / Časovi		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Kol.
7	t	−0,2	0,2	4,0	11,0	16,1	18,1	20,3	19,5	16,1	8,6	6,0	0,3	20,5
	t_1	−0,7	−0,8	3,5	12,1	19,0	20,8	23,6	21,7	17,3	7,8	4,9	−0,4	24,3
	$t-t_1$	0,5	1,0	0,5	−1,1	−2,9	−2,7	−3,3	−2,2	−1,2	0,8	1,1	0,7	
14	t	1,7	4,6	10,5	18,0	22,7	23,9	26,9	27,1	24,6	15,6	9,9	3,5	25,4
	t_1	2,9	5,8	13,9	23,3	29,5	30,4	35,0	34,4	31,7	19,2	10,5	3,8	32,1
	$t-t_1$	−1,2	−1,2	−3,4	−5,3	−6,8	−6,5	−8,1	−7,3	−7,1	−3,6	−0,6	−0,3	
21	t	−0,6	2,1	6,6	13,6	18,0	19,4	21,9	21,8	18,6	10,8	6,9	1,3	22,5
	t_1	−0,8	0,6	5,0	12,0	16,9	18,8	21,3	20,3	16,6	8,8	5,6	0,4	22,1
	$t-t_1$	0,2	1,5	1,6	1,6	1,1	0,6	0,6	1,5	2,0	2,0	1,3	0,9	

Iz tablice 39. se vidi sledeće: u hladnijim mesecima (X—III) u 7 časova, kada sunce ili još nije izgrejalo ili je sasvim nisko iznad horizonta, temperatura na 2 m visine je viša od temperature na zemljinoj površini. U toplijim mesecima (IV do IX), kada je sunce u 7 časova već dosta visoko iznad horizonta i zemljina površina prilično zagrejana, temperatura na 2 m visine je znatno niža od temperature zemljišta. U 14 časova preko cele godine, zemljina površina je toplija od vazduha na 2 m visine. Naročito su velike temperaturne razlike u 14 časova u toplijim mesecima (IV—IX). U večernjem času osmatranja zemljina površina je hladnija od vazdušnog sloja na 2 m visine.

36. RAZMENA VAZDUHA IZMEĐU GORNJEG SLOJA ZEMLJIŠTA I PRIZEMNOG SLOJA ATMOSFERE

(Disanje zemljišta)

Poznato je da u gornjim slojevima zemljišta ima izvesnih šupljina-pukotina (pora). Ove šupljine su pune vazduha, ukoliko nisu napunjene vodom. Vazduh koji se nalazi u šupljinama zemljišta povezan je sa vazduhom slobodne atmosfere kroz bezbroj kanalića.

U odnosu na količinu vazduha slobodne atmosfere, količina vazduha u zemljinim pukotinama je veoma mala i može se smatrati kao beznačajna. Ali ta mala količina vazduha u zemljištu okružuje korenje biljaka i usled toga deluje neposredno na njih. Valja znati, da vazduh u zemljištu ima sasvim drugačiji hemijski sastav od atmosferskog vazduha. Dalje, u svakom zemljištu nalaze se poznati tragovi radioaktivne materije; u jednoj vrsti zemljišta više u drugoj manje.

Prema tome, u unutrašnjosti zemljišta na kratkim horizontalnim rastojanjima, mogu postojati i znatnije razlike u hemijskopetrografskoj građi zemljišta. Otuda se može desiti, da dve biljke koje pripadaju istoj vrsti, a koje rastu na maloj razdaljini, imaju svoje korene u zemljištima sa različitim zalihama minerala i naročitim hranljivim materijama. Na taj način ove iste biljke se ne razvijaju pod istim uslovima.

U vazduhu u zemljištu nalaze se ponekad tragovi plemenitih gasova, kao: helijum, neon itd. O biološkom značaju radioaktivnih primesa, na osnovu različitih ispitivanja, poznato je nešto više. Ustanovljeno je da radioaktivne primese svojim dejstvom podstiču biljke na rastenje, ukoliko nagomilavanja ovih primesa nisu suviše velika.

U vazduhu u zemljinim šupljinama, sem radioaktivnog materijala, nalaze se i izvesne veće ili manje količine ugljen-dioksida. Ugljen-dioksid u ovom vazduhu stvara se u prvom redu radom najsitnijih organskih bića koja se nalaze u samom zemljištu. Aktivnost ovih bakterija u zemljištu je utoliko življa, ukoliko im zemljište pruža više hranljivih materija, i ukoliko je zemljište bogatije potrebnom vlagom i toplotom. Stajsko đubre uslovljava neprestanu produkciju ugljen-dioksida i bakterija jer se u njemu nalaze dovoljne količine hranljive organske materije. Ali organsko đubrenje dolazi do izražaja samo u vezi sa obilnom toplotom i vlagom. Ovo se najbolje ispoljava u tropskim šumama gde ima dosta kiše, u kojima je organsko đubrenje zamenjeno lišćem, koje opada sa drveća. Iznad ovakvog zemljišta, vlažno topli tropski vazduh potpomaže razviću najgušće vegetacije.

Sem toga, ugljen-dioksid u izvesnoj meri može dolaziti i iz unutrašnjosti zemlje, ako za ovo postoje povoljni geološki uslovi. Isto tako u vulkanskim predelima, dospevaju u vazduh slobodne atmosfere stalno izvesne količine ugljen-dioksida.

Dok biljke primaju ugljen-dioksid iz vazduha atmosfere direktno apsorpcijom lišća, dotle ugljen-dioksid iz vazduha zemljine unutrašnjosti može biljkama da koristi samo zaobilaznim putem. Kao posrednik u ovim važnim procesima javlja se tzv. »disanje zemljišta« odnosno razmena vazduha između gornjih slojeva zemljišta i prizemnih slojeva atmosfere. Pokazalo se, da se pod izvesnim vremenskim uslovima iz zemljišta kroz fine pore povećava priliv vazduha u prizemne slojeve atmosfere. Ovaj proces razmene vazduha je uglavnom potpomognut vazdušnim pritiskom pri njegovom laganom i nepravilnom opadanju. Pri ovim procesima nije glavno težište samo u opadanju vazdušnog pritiska, već su mnogo značajna pojedina mala međukolebanja pritiska. Prema tome, ukoliko je za vreme jednog dana veći apsolutni iznos pojedinih kolebanja vazdušnog pritiska iznad same zemlje, utoliko će se jače ispoljavati disanje zemljišta. U vezi sa intenzivnijim disanjem zemljišta stoji i jači priliv primesa ugljen-dioksida i radioaktivne emanacije iz zemljišta u prizemne slojeve vazduha, što potpomaže asimilaciju i druge životne procese biljaka. U tom pogledu pokazuje se kao veoma korisna veličina interdiurne (međudnevne) promenljivosti nekog meteorološkog elementa, koja je uvedena u klimatologiju.

Pošto je interdiurna promenljivost vazdušnog pritiska različita u raznim klimatskim rejonima, to je u vezi sa ovim takođe različito i disanje zemljišta u raznim mestima. Intenzitet disanja zemljišta ne zavisi samo od promene vazdušnog pritiska, već takođe i od temperature, padavina i vazdušnog strujanja.

Pri porastu temperature, naročito pri jačoj insolaciji, povećava se i razmena vazduha između zemljišta i prizemnih slojeva atmosfere: zemljište izdiše obilnije u spoljašnji prizemni vazduh. Ovo nastaje iz razloga, što se pri zagrevanju zemljine površine, vrši jače isparavanje sa površine zemljišta, usled čega se povećavaju pore u gornjim slojevima zemljišta a to olakšava izlazak vazduha iz zemljišta u spoljašnji nadzemni prostor. Izdisanje zemljišta je naročito potpomognuto time, što je sa zagrevanjem zemljine površine najčešće vezano opadanje vazdušnog pritiska u prizemnim slojevima. Suprotno se događa kada vazdušni pritisak u prizemlju poraste (npr. usled upada hladnog vazduha) tada prizemni vazduh biva sabijen u pore zemljišta, tj. u neku ruku zemljište udiše spoljašnji vazduh.

Izdisanje i udisanje vazduha od strane zemljišta pod promenljivim uslovima vazdušnog pritiska, može se najbolje uporediti sa uticanjem neke reke u more. Npr. reka dovodi slatku vodu u slano more. Ako na moru vlada oseka, onda se veća površina morske obale oko ušća reke nalazi pod slatkom vodom; to odgovara procesu izdisanja zemljišta pri opadajućem vazdušnom pritisku. Međutim, kad nastupi plima, tada prodire slana morska voda u rečno ušće i potisne slatku rečnu vodu, zaustavljajući je u svome koritu; to bi odgovaralo procesu udisanja zemljišta pri rastućem vazdušnom pritisku.

Suvo zemljište može bolje da diše od vlažnog. Pri kišovitom vremenu, pa čak i pri vrlo vlažnom vazduhu, svaki delić zemljišta napije se vlage i postaje napunjen vodom. Usled toga svaki delić zemlje naraste, kao zemička kad se stavi u vodu. Na taj način smanjuju se šupljine u zemljištu, a vazduh iz gornjih slojeva zemlje dospeva otežano napolje u prizemne slojeve atmosfere. Čim je u jednom kubnom metru zemlje više od 40% vode od ukupne zapremine zemlje to je ovakva zemlja neprobojna za gasove.

Pri jakim pljuskovima kiše može se desiti da se na zemljinoj površini obrazuje blato i pore zemljišta sasvim zapuše. U takvom slučaju izmena vazduha između gornjih slojeva zemlje i prizemnih slojeva atmosfere može biti sasvim sprečena. Iz tog razloga je vrlo važno, da se posle

jakih pljuskova kiše, kada se uhvati kora na zemljinoj površini, zemlja prekopa ili drljačom podrlja. To je osnovni zahtev sistematske nege zemljišta.

Jačina vetra je od značaja za disanje zemljišta na prvom mestu u tome, što vetar ubrzava isparavanje sa površine zemljišta. Površina zemljišta se suši a to povoljno utiče na njegovo disanje. Vetar potpomaže izdisanje zemljišta još i na taj način, što pri strujanju vazduha iznad zemlje vetar ima usisavajuće dejstvo i izvlači vazduh iz zemlje napolje. Ovo se može dogoditi samo pri slabijim vetrovima, dok pri jačim vetrovima, pogotovo ako su padajućeg karaktera, vetar može da sabije atmosferski vazduh u pore zemljišta i tako spreči izdisanje zemljišta.

U svakom slučaju je sigurno, da se usled izdisanja zemljišta dešava obogaćavanje prizemnog vazduha ugljen-dioksidom, što pojačava asimilaciju biljaka. A od jačine asimilacije zavisi na prvom mestu porast biljke, a zatim količina i jačina sadržaja šećera.

37. UTICAJ KLIMATSKIH ELEMENATA NA BILJNI ŽIVOT

Klima u celini sa svim svojim elementima i faktorima ima velikog dejstva na vegetaciju. Međutim, dosta je teško odrediti poseban uticaj pojedinih klimatskih elemenata na život i razviće biljnog sveta. To se može izneti samo u glavnim potezima, što će se u daljim izlaganjima i učiniti.

Kao što je poznato, postoje dugogodišnje biljke koje u toku svog života donose plodove više puta, i jednogodišnje biljke koje donose plodove samo jedanput. Prema svome rastu i razvitku biljke menjaju svoje odnose prema uslovima spoljašnje sredine, a u tu spoljašnju sredinu spadaju i uslovi vremena i klime.

Osnovni elementi vremena i klime, koji imaju najviše uticaja na život biljaka su: sunčevo zračenje, temperatura vazduha i gornjih slojeva zemlje, vlažnost vazduha i zemljišta, padavine, snežni pokrivač, vetar i oblačnost.

38. UTICAJ ZRAČENJA NA BILJKE

Zračenje ima veoma važan značaj za biljni svet, a naročito svetlost koja predstavlja jedan deo zračenja. Kada se tretiraju uslovi zračenja u vezi sa biljkama onda se moraju uzeti u obzir dva slučaja: 1. uslovi zračenja kod pojedinih biljaka kao samostalnih celina, i 2. uslovi zračenja u vezi sa biljnim sastojinama. Pri ovim razmatranjima mora se imati u vidu, da svaka biljka prima zračnu energiju od sunca i neba, koju delimično reflektuje, apsorbuje i propušta kroz lišće. To znači da spoljna površina biljke predstavlja aktivnu apsorpcijsku površinu na koju pada globalno zračenje, i sa koje se vrši izračivanje (radijacija) dugotalasnih zrakova. Na ovu površinu pada još i dugotalasno protivzračenje atmosfere. Kao što je poznato, radijacija je utoliko intenzivnija ukoliko je viša temperatura na spoljnoj površini biljke.

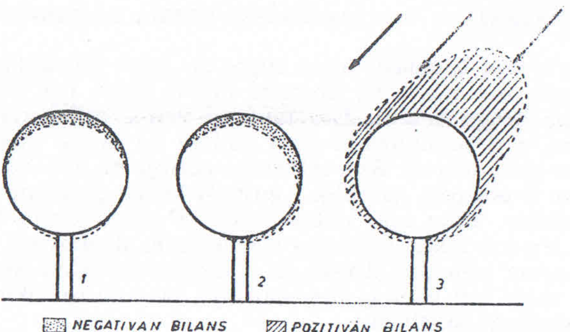
38.1 USLOVI ZRAČENJA KOD POJEDINIH BILJAKA

Biljke imaju u geometrijskom smislu veoma nepravilne oblike, pa je zato teško ispitati promet zračenja kod njih pomoću nekog modela u obliku sličnog geometrijskog tela. Ipak kod ispitivanja ove vrste upoređuju se biljke sa približno sličnim geometrijskim modelima, kao što su:

- horizontalne površine (lišće koje ima horizontalan položaj),
- vertikalne površine (viseće lišće, voćke u obliku špalira),
- loptast oblik (krune drveća u obliku lopte),
- kupast oblik (oblik velikog broja kruna drveća), i
- cilindričan oblik (stabla drveća).

Određivanje prometa zračenja kod biljaka koje imaju horizontalnu površinu je jednostavno. To isto donekle važi i za biljke koje imaju vertikalne površine, ali kod ovih biljaka treba uzeti u obzir i uticaj reflektovanog zračenja koje dolazi od zemljine površine pod raznim uglovima. Prema tome, za određivanje zračenja kod ovakvih biljaka upotrebljavaju se instrumenti sa ravnim prijemnicima, gde se prijemna površina postavlja paralelno sa horizontalnim, odnosno vertikalnim delovima biljaka. Ovakva merenja se mogu sprovesti i kod drugih navedenih oblika biljaka ukoliko su te biljke velike, te se njihovi pojedini delovi mogu uzeti kao horizontalne ili vertikalne površine.

Na sl. 30. prikazana su tri slučaja prometa zračenja za jedno slobodno drvo koje ima loptastu krunu (16).



Sl. 30. Bilans zračenja kod jednog slobodnog drveta pri vedrom nebu: 1 — dugotalasni zračni bilans noću; 2 — dugotalasni zračni bilans danju; 3 — ukupni zračni bilans pri sunčevoj visini od 45°

Na primeru 1 prikazan je promet dugotalasnog zračenja na kruni drveta u toku vedre noći. Kao što se na slici vidi, gornja strana krune izračuje dugotalasne zrake prema vedrom nebu, tj. ima negativan bilans zračenja, dok donja strana ima neznatan pozitivan bilans, koji je posledica dugotalasnog toplotnog zračenja sa zemljine površine prema donjoj strani krune drveta; zemljište ima više magazinirane toplote i višu temperaturu nego kruna drveta, pa se zato sa površine zemljišta i vrši izračivanje prema kruni drveta.

Na primeru pod 2 prikazan je dugotalasni promet zračenja danju pri visini sunca od 45°. Sunčevo zračenje deluje na povišenje temperature lišća na onoj strani koja je okrenuta suncu. Ova viša temperatura na

toj strani izaziva i jače izračivanje sa te strane, te se tako obrazuje negativan dugotalasni bilans zračenja. Međutim, sunčevi zraci padaju i na zemljinu površinu ispod drveta (gde nema senke). Usled toga zemljina površina se zagreva i intenzivnije izračuje dugotalasne zrake prema donjoj strani drveta (sa sunčane strane), tako da se tu obrazuje pozitivan dugotalasni zračni bilans. Sa one strane krune gde je senka zračni bilans je oko 0.

Na primeru pod 3 prikazan je ukupni bilans zračenja kako dugotalasnog tako i kratkotalasnog. Na strani prema suncu je veliki pozitivan bilans od sunčevog zračenja koje pada na krunu drveta pod uglom od 45°. Na površinu zemljišta ispod drveta, na strani prema suncu, padaju nesmetano sunčevi zraci i to se zemljište intenzivno zagreva. Usled toga sa ovog dela zemljine površine se vrši i intenzivno izračivanje tamnih dugotalasnih zrakova prema donjem delu krune drveta sa sunčane strane. Sem toga, sa površine zemlje se vrši u izvesnoj meri i refleksija kratkotalasnih zrakova koji takođe padaju na donju površinu krune drveta sa sunčane strane. Ovi procesi su sasvim umanjeni sa druge strane krune drveta, koja se u tom momentu nalazi u senci. Iz tih razloga je bilans zračenja donje strane drveta veći na strani okrenutoj suncu nego na zasenčenoj strani. Uglavnom je ukupni bilans zračenja pri ovakvim uslovima pozitivan na celoj spoljašnjoj površini, ali nejednak na pojedinim stranama s obzirom na različitu orijentaciju strana.

38.2 USLOVI ZRAČENJA U UNUTRAŠNJOSTI KRUNA POJEDINIH BILJAKA

Odnosi zračenja u oblasti neke biljke su često pojedinim delovima same biljke dosta izmenjeni, jer pojedini delovi jedne iste biljke bacaju senku na njene druge delove. Isto tako se vrši i refleksija na nekim delovima biljke, a ti reflektovani zraci padaju na druge njene delove i deluju tako kao aktivni zraci. Sem refleksije postoje na lišću biljke i transmisioni procesi. S obzirom na oblik i gustinu krune promene kod raznih biljaka su različite. Tako npr. nežne stabljike sitnolisnatih trava utiču samo malo na izmenu zračnog bilansa u pojedinim strukovima ovih trava. Međutim, u gustim krunama drveća ili u donjim delovima širokolisnatih gustih biljaka može biti velikog zasenčavanja, tako da se zaklonjeno lišće osuši zbog nedostatka svetlosti.

Oblik lišća u ovim procesima je veoma značajan. Isto tako je važan i položaj lišća na pojedinim biljkama. Prema tome, kod svake biljke ovi uslovi su drugačiji, pa je zato potrebno vršiti odgovarajuća merenja, da bi se u svakom konkretnom slučaju dobili korisni podaci.

38.3 USLOVI ZRAČENJA U BILJNIM SASTOJINAMA

Bilans zračenja u biljnim sastojinama zavisi kako od uslova zračenja na aktivnom apsorpcijskom sloju same sastojine, tako i od modifikacija zračenja samih biljaka. I u biljnim sastojinama kao i kod pojedinih biljaka, postoji kratkotalasno zračenje čija je talasna dužina od 0,3 do 3 μm i dugotalasno zračenje od 3 do 100 μm. Kratkotalasno zračenje u biljnoj sastojini može promeniti intenzitet, pravac prostiranja i spektralni sastav, ali intenzitet ovog zračenja ne može biti nigde veći od intenziteta upadnog zračenja.

Za dugotalasno zračenje važno je i to što su delovi biljaka takođe zračni izvori izvesnog dela ovog zračenja. Otuda intenzitet dugotalasnog zračenja u biljnim sastojinama može biti veći od intenziteta dugotalasnog protivzračenja atmosfere koje pada na aktivni apsorpcijski sloj. Povišenje temperature na pojedinim delovima biljaka, koje je izazvano apsorpcijom kratkotalasnog zračenja, utiče na povećanje intenziteta dugotalasnog izračivanja odgovarajućih delova biljaka. Usled toga nastaje izvesna transformacija zračnih talasnih dužina, pošto se na ovaj način jedan deo kratkotalasnog zračenja preobrati u dugotalasno izračivanje (Sauberer 1937 A). Obrnut proces ne može da nastupi, pa stoga dugotalasni procesi zračenja učestvuju u velikoj meri u razmeni toplote u biljnim sastojinama. Ovde treba još napomenuti, da dugotalasno zračenje deluje u biljnim sastojinama i danju i noću, a kratkotalasno samo danju. Najzad, važno je ovde još naglasiti, da dugotalasno zračenje deluje samo na promet toplote u biljnim sastojinama, a ne i na fotosintezu na koju deluje kratkotalasno zračenje.

Sunčevi zraci kada padaju na gornju površinu vegetacije bivaju delimično reflektovani sa te površine. Usled toga, u biljnim sastojinama dolazi do izražaja oslabljeno sunčevo zračenje. Gornja granična površina vegetacije predstavlja za promet zračenja i toplote drugu graničnu površinu. Na ovoj površini intenzitet upadnog zračenja naglo oslabi usled refleksije i apsorpcije na biljnoj materiji. Ali ova gornja granična površina je jednoznačno izražena (tj. ravna) samo u nekim slučajevima, npr. kod podjednako visoke deteline ili neke žitarice. Međutim, u mnogim slučajevima je gornja površina vegetacije raščlanjena na neravnomerno raspoređene spratove, te se stoga ne može govoriti o jednoj gornjoj površini vegetacije, već je bolje uzimati u obzir jedan tanji ili deblji sloj gornje površine.

Uslovi zračenja u biljnim sastojinama su još komplikovaniji nego kod pojedinih biljaka, te je zato neophodno potrebno vršiti merenja intenziteta zračenja, kako na gornjem površinskom sloju, tako i unutar samih biljaka, kao i unutar sastojina. Samo iz stvarnih dobivenih rezultata merenjima mogu se izvoditi neki sigurni zaključci.

39. UTICAJ SVETLOSTI NA BILJKE

Sunčevi zraci u svetlosnom delu spektra imaju veliki uticaj na život biljaka. Pod dejstvom svetlosti, kao što je poznato, vrši se proces asimilacije kod biljaka, tj. vrši se opšte preradivanje primljene hranljive materije u organsku materiju. Maksimum asimilacije izazivaju crveni zraci u spektru sunčevih zrakova čija je talasna dužina od oko 0,65 do 0,75 μm. **Manji značaj za asimilaciju imaju modro-violetni zraci čija je talasna dužina od 0,45 do 0,50 μm, a najmanji značaj u procesima fotosinteze imaju zeleni zraci sunčeva spektra, čije je talasna dužina od 0,50 do 0,65 μm (26).**

Fotosinteza i druge funkcije biljnog organizma zavise od intenziteta svetlosti. Nagomilavanje biljne mase se ubrzava ili slabi u zavisnosti od intenziteta svetlosti, tj. osvetljenosti. Ali prema N. A. Maksimovu ne postoji direktna proporcionalnost između brzine asimilacije i intenziteta svetlosti. Za normalno razviće velikog broja kulturnih biljaka optimum osvetljenosti je između 8 i 12 hiljada luksa (27).

Nedostatak svetlosti povećava rašćenje stabljika na račun lišća; biljka se isteže a korenov sistem slabo razvija. Ovakva pojava se zapaža kod suviše gustih biljnih sastojina, što kod žitarica može dovesti do poleganja.

Kod uticaja svetlosti na razvitak biljnih organa treba naročito spomenuti, da je uopšte obilje cvetova i ploda veće i sigurnije, što je obasjavanje intenzivnije. Ukoliko je svetlost veća utoliko se pupoljci brže razvijaju i razgranavaju krune kod lisnatog drveća. Raspodela svetlosti u unutrašnjosti kruna drveća ili u biljnoj sastojini zavisi od oblika i gustine kruna, stepena olistalosti, razmere i oblika listova, a naravno kao i gustine same sastojine. Pod suviše gustim pokrovom visokih drveta nisko drveće, žbunje i pruće se ne mogu trajno održati, tim manje što je zemljište suvlje i što je klima oštrija.

U mnogim slučajevima svetlosni uslovi utiču na kvalitet prinosa. Tako npr. se u slučaju velikog broja oblačnih dana u vegetacionom periodu pogoršava kvalitet grožđa, smanjuje sadržina šećera kod šećerne repe, opada sadržaj skroba u krompiru, itd.

Na kraju se daju neki normativi o potrebnoj minimalnoj jačini svetlosti za pojedine biljke prema N. A. Maksimovu (26): za grašak 1100 luksa, za pasulj 2400, ječam i pšenicu 1800—2000, duvan 2200—2800, kukuruz 1400—1800 luksa.

Potreba svetlosti je različita za razne vrste drveća u našim predelima. Naročito potrebe za svetlošću imaju: bor, breza, hrast, jasika. Međutim, druga drveta kao što su: jela, bukva, lipa, nemaju tako velike potrebe za svetlošću i mogu biti u jačoj i dužoj hladovini.

40. UTICAJ TEMPERATURE NA BILJKE

Među klimatskim elementima koji utiču na vegetaciju toplota zauzima prvo mesto, jer ona upravlja vegetacionim odnosima na zemlji. Biljni život je prvenstveno vezan za temperature koje leže između 0 i 40°C, ali se unutar ovih granica nalaze mnogobrojne nijanse. Bujan razvitak tropske flore vezan je za vrelu klimu; mirte sa drugim zimzelenim rašćem nalaze se u blažijoj klimi, dok nisko grmlje, mahovine i lišajevi uspevaju pri niskim temperaturama.

Prema de Martonneu, uticaj temperature na raspodelu vegetacije je očigledan ako se posmatra cela zemljina površina; ali ako se proučava uticaj temperature u jednom užem specijalnom području, onda se nailazi na velike teškoće, usled čega problem postaje često zagonetan i neshvatljiv.

Ovo je svakako u vezi sa kompleksnošću fenomena i sa činjenicom, da jedna biljka istovremeno zavisi od svih klimatskih elemenata i faktora. U izvesnim izdvojenim slučajevima, uticaj temperature postaje očit.

Tako npr. ako se posmatra vegetacija sa jedne i druge strane reke Loare, videće se sledeće: sa desne strane obale, koja je izložena jugu, rastu e u k a l i p t u s i, č e m p r e s i, l i m u n o v i, izvesne ukrasne palme i dosta je raširen vinograd. Naprotiv, nijedna od ovih vrsta se ne nalazi na levoj strani obale, koja je rđavo osunčana i izložena hladnim vetrovima.

Toplotni uticaj leži uglavnom na potpomaganju hemijskih procesa u biljnom soku. Osim toga je toplotom povećana rastvorljivost čvrstih tela, koja potpomažu diosmozu (razmenu raznih tečnosti kroz poroznu pregradu) tečnosti kroz ćelične membrane i isparavanje vode iz lišća.

Za buđenje biljnog života u proletnjim mesecima, izgleda da nije toliko važno, da li se temperatura vazduha povećala do izvesne visine iznad 0°, već je važno, da je temperatura vazduha veća od temperature zemljišta u dubini žila, a temperatura u dubini žila mora se takođe povećati do oko 5°C, da bi sokovi mogli prodirati kroz žile u stablo. Stoga vegetacioni period počinje u onom vremenu u proleću, u kome je temperatura vazduha postala veća od temperature zemljišta, što se kod nas događa u drugoj polovini marta, a svršava pri kraju oktobra, kada temperatura vazduha opet opadne ispod temperature zemljišta. Ovo važi samo kao opšte pravilo, a izuzeci nisu retki.

Prvo pupljenje, kao nagoveštaj početka vegetacionog perioda, počinje na nižim pupoljcima ranije nego na višim, jer se sokovi prvo izdignu do najniže ležećih pupoljaka. Ali toplota ima važnu ulogu već i kad semenje počne da klija. Uvod u proces klijanja je endosmotično (usisavajuće) prodiranje vode u semenje, koje je potpomognuto toplotom. Međutim, izvesna količina toplote je naročito potrebna za izvođenje hemijskih procesa kod klijanja, jer ako nema te toplote nastaće truljenje, pri svem tom što je seme usisalo vodu. Pri višim temperaturama, koje ne smeju preći izvesnu granicu, klijanje je brže no kod nižih, ali suviše visoki stepeni toplote sprečavaju dalje klijanje. Granice temperature u kojima se događa klijanje su različite za razne vrste biljaka. Isto tako su različite temperature, pri kojima je brzina klijanja raznih biljaka najveća. U tome se pokazuju razlike i kod jedne te iste vrste, prema tome, da li semenje potiče iz toplih ili hladnih mesta. Najviše vrsta semenja mogu pod izvesnim uslovima podneti vrlo visoke i vrlo niske temperature, a da pri tom ne izgube moć klijanja.

Kao što se iz napred iznetog vidi, ovde se radi o temperaturi vazduha na 2 m visine iznad zemljine površine u termometarskom zaklonu. S obzirom da specijalnih meteroloških merenja ima veoma malo to se i u našoj poljoprivrednoj praksi najviše iskorišćavaju temperaturni podaci od standardnih merenja, koja se na najvećem broju stanica vrše u 7, 14 i 21 čas po lokalnom vremenu. Iz tih osmotrenih podataka izračunavaju se za duži niz godina srednje vrednosti temperature za pojedine vremenske intervale (dan, pentada, mesec, godišnje doba, vegetacioni period i godina).

U stručnoj literaturi se često nalaze, sem srednjih temperatura vazduha za pojedine vremenske razmake, još i izotermne karte za ekstremne mesece (za severnu poluloptu) januar i jul, a takođe i godišnje izotermne karte. Za proučavanje toplotnog odnosa u nekom mestu ili predelu koristi se još i godišnji tok temperature.

G. Wahlenberg u svome radu »Flora lapponica« (1790), a posle njega i mnogi drugi autori npr. Griesebach (1806), Schimper (1898), H. Walter (1927) i H. Lundegardh (1930) zastupaju gledište, da su srednje godišnje temperature pri donošenju suda o vegetacionim uslovima ne samo malo pogodne, već su čak i bez značaja. Prema Schimperu i Lundegardhu dnevni tok temperature vazduha je od presudnog uticaja pri razviću biljaka (49).

Kao dokaz da srednja godišnja temperatura vazduha ima malo značaja za vegetaciju H. Walter (1927) navodi oblasti u Evropi kroz koje prolazi srednja godišnja izoterma od 10°. Ova izoterma prolazi kroz Irsku,

onda preko Karlsrua i Beča prema Odesi. U Irskoj mogu palme da prezime na slobodnom terenu, ali su leta hladna kao u severnoj Škotskoj, usled čega žito ne može da sazri i zato tamo preovlađuju pašnjaci. U Srednjoj Evropi bršljan i vinova loza prezime na otvorenom polju, a žitarice se gaje sa uspehom. U Odesi se zimi zamrzava bršljan, a vinova loza mora biti zaštićena od niskih zimskih temperatura, dok u toku leta u poljima sazrevaju dinje i lubenice.

Iz ovoga se može zaključiti, da srednja godišnja temperatura zavisi mnogo od zimske temperature, koja nije od velikog značaja za porast biljaka. Tako npr. Jakutsk u istočnom Sibiru ima srednju godišnju temperaturu —11°, pa ipak u tom mestu uspevaju žita, a centri jarih žita u Kanadi su u predelima sa ekstremno hladnim zimama. Isto tako su dobra ozima žita u Panonskoj niziji gde zima može biti takođe dosta oštra, naročito ako je zemlja pokrivena snegom. Ali baš sneg ovde odigra svoju značajnu ulogu zaštitnika od niskih temperatura.

Pošto srednje godišnje temperature vazduha nisu tako značajne za vegetaciju, to su razni autori ispitivali, koje temperaturne veličine imaju najviše značaja u ovom pogledu.

U šumarstvu se već duže vremena težilo da se pronađe veza između temperature vazduha i granice drveta u Alpima. De Quervain (1904) je našao u svojim istraživanjima o gornjoj granici drveta u Švajcarskim Alpima, da je za ovakva istraživanja najzgodnije uzeti u obzir temperature u ranim popodnevnim časovima. Između tih temperatura i gornje granice drveta, prema njemu, postoji najbolja korelacija. H. Mikula (1911) je našao isti odnos za Istočne Alpe. E. Mork (1941) je ispitivao vezu između temperature vazduha i porasta visine smrče u Norveškoj. Rezultati koje je on dobio pomoću merenja pokazuju jaku korelaciju između srednje temperature za 6 najtoplijih časova dana i procentualnog visinskog porasta smrče. Ova srednja temperatura vazduha za 6 najtoplijih časova dana odgovara u Norveškoj temperaturi u 14 časova. E. Jesser je takođe vršio ispitivanja u ovom pogledu i ustanovio zavisnost između podnevne temperature vazduha i visine granice šume, kao i granice porasta smrče. Isto tako on je ustanovio i zavisnost uspevanja i prinosa poljskih kulturnih biljaka od ranih popodnevnih temperatura. Njegovi prvi izračunati primeri dali su pozitivne rezultate.

Prema L u n d e g a r d h u (1930 i 1949) vrednosti temperature vazduha u 14 časova za toplo godišnje doba mogu bolje da okarakterišu vegetacione uslove od srednje dnevne temperature iz sledećih razloga (50).

Ako bi srednje dnevne temperature vazduha bile u dva uzastopna dana iste, a dnevna temperaturna kolebanja različita, to bi porast biljaka bio veći u onom danu u kome je veće dnevno kolebanje temperature. Ovo nastupa zato što viša dnevna temperatura deluje povoljnije na asimilaciju a niža noćna temperatura smanjuje disanje. Asimilacija se obavlja po optimalnoj krivoj liniji. Optimalna temperatura može da ima vrlo široke granice. Tako npr. optimalna temperatura šećerne repe leži između 10 i 30°. Normalna optimalna temperatura, prema L u n d e g a r d h u, iznosi za mnoge biljke u hladnijim predelima oko 20°. Međutim, na opitima koji su vršeni na jednom polju ječma ustanovljeno je, da je dnevni bilans u pogledu ugljenih hidrata bio povoljniji za 30% kada je srednja temperatura vazduha u toku noći bila 10° umesto 20°.

Suviše visoke dnevne i suviše niske noćne temperature vazduha mogu da deluju štetno na život biljaka. Temperature čije se vrednosti nalaze izvan kardinalnih tačaka u pogledu minimuma i maksimuma prouzrokuju smrt dotične biljke. Temperature vazduha u 14 časova retko prelaze u našim geografskim širinama optimalnu temperaturu biljaka koje se gaje u tom području. Iz tih razloga je i opravdano da se u vezi sa porastom i prinosom biljaka uzimaju u obzir temperature u 14 časova, umesto srednjih mesečnih i godišnjih temperatura, obračunatih iz tri terminska osmatranja, i pored toga što se ove srednje temperature smatraju kao normalne klimatske veličine.

Veoma bi korisno bilo kada bi se pri ovakvim istraživanjima uzele u obzir i noćne temperature kao drugi kriterijum. Međutim, noćne temperature od mnogih meteoroloških stanica nedostaju usled tehničkih teškoća oko osmatranja na stanicama gde nema registrirnih instrumenata za temperaturu vazduha, odnosno gde se meteorološka osmatranja ne vrše permanentno svakog sata, kao što je to slučaj na stanicama prvog reda.

41. SUMA AKTIVNIH TEMPERATURA

Svaka biljka ima potrebu za izvesnom količinom toplote radi njenog razvitka od početka do kraja vegetacionog perioda. Za svaku vrstu biljaka ta potreba je različita. Umesto toplote uzimaju se u obzir sume aktivnih temperatura za vreme vegetacionog perioda. To je u stvari suma srednjih dnevnih temperatura vazduha za vreme od početnog pa do završnog stadijuma u razviću jedne biljke. U poljoprivredi se to obično računa od dana nicanja pa do sazrevanja ploda. Na osnovu pojma o temperaturnoj sumi smatra se da se izvesna kulturna biljka može sa verovatnim uspehom gajiti tamo gde joj stoji na raspolaganju odgovarajuća temperaturna suma.

Prema veličini tih temperaturnih suma, koje pojedine biljke zahtevaju, one se mogu podeliti u ove tri grupe (51).

I. grupa više od 2000°		II. grupa više od 1700°		III. grupa manje od 1700°	
pirinač	3550—4500	pšenica	1900—2300	ječam	1600—2100
duvan	3200—3600	raž	1700—2200	krompir	1300—3000
suncokret	2600—2800	grahorica	1800—1900	lan	1600—1800
kukuruz	2400—3000			sočivo	1500—1800
šećerna repa	2400—2700				
pasulj	2400—3000				

U biljnoj ekologiji pojam o temperaturnoj sumi nailazi na izvesne zamerke, koje idu čak do potpunog osporavanja svakog značaja ovom merilu. Zbog toga se uzima da odnose između biljke i toplote bolje prikazuju tzv. kardinalne tačke temperature. To su tzv. minimum, maksimum i optimum u čijim se granicama mogu obavljati sve njene funkcije. M i n i m u m je ona temperatura vazduha ispod koje proces asimilacije i disimilacije kod biljke prestaje. M a k s i m u m je ona temperatura vazduha, pri kojoj navedeni procesi prestaju zbog suvišne toplote. O p t i m u m je temperatura vazduha pri kojoj se fotosinteza i disimilacija obavljaju maksimalnom jačinom.

Svaki stadijum u razviću neke biljke ima takođe u pogledu temperature svoje tri kardinalne tačke: minimum, maksimum i optimum, i u njihovim granicama je moguće obavljanje dotične funkcije. To znači, da

klijanje jedne biljke ima svoj temperaturni minimum, maksimum i optimum, ali je on sasvim različit od temperaturnog minimuma, maksimuma i optimuma u čijim se granicama obavlja cvetanje.

Ipak temperaturne sume se uzimaju u obzir pri rešavanju mnogih poljoprivrednih problema, a naročito pri klimatskoj rejonizaciji pojedinih predela, koja služi kao osnova pri razmeštaju gajenja pojedinih kulturnih biljaka. Ali, pošto sve biljke ne počinju klijanje pri istoj temperaturi, bilo je potrebno da se utvrdi od kojeg temperaturnog stepena treba smatrati temperaturu kao aktivnu.

Pri izračunavanju temperaturnih suma iskorišćavaju se srednje dnevne temperature od 5, 10 i 15° (52). Prva varijanta uzima se od onog dana kada nastupi srednja dnevna temperatura vazduha od 5°, i smatra se da je taj momenat važan za rane kulture kao što su pšenica, ovas i druge. Druga varijanta se uzima od dana sa srednjom dnevnom temperaturom od 10°, i smatra se da je taj momenat važan za pirinač, soju i neke druge kulture. Treća varijanta se uzima od dana sa srednjom dnevnom temperaturom od 15°. Ova temperatura je važna za pozne kulture kao što su pamuk, kikiriki i druge.

Neki autori uzimaju za izračunavanje temperaturnih suma zbir svih pozitivnih srednjih dnevnih temperatura. Međutim, T. D. Lisenko je došao do zaključka, da suma srednjih dnevnih temperatura od meteorološke nule, u najvećem broju slučajeva je veličina koja se ne može uzeti u obzir (26). Lisenko ovo potkrepljuje time, što većina biljaka počinje svoje životne funkcije na višoj temperaturi od 0° (tačka mržnjenja vode), a za različite faze razvitka može donja granica temperature biti različita. Donja granica aktivne temperature za razne faze razvitka pojedinih biljaka naziva se b i o l o š k i m i n i m u m temperature. Ako srednja dnevna temperatura opadne ispod biološkog minimuma, onda će nastupiti zastoj u razviću biljaka, ali biljke još neće uginuti. Kada temperatura ponovo poraste tada biljka nastavi sa rastom i razvićem. Na sličan se način događa i kada temperatura poraste dosta visoko (letnje žege), tada biljka uspori svoj porast, ali ne ugine.

Prema tome, pod aktivnim temperaturama podrazumevaju se sve one srednje dnevne temperature čija je vrednost iznad biološkog minimuma, koji je utvrđen za izvesnu fazu razvitka ili za čitav vegetacioni period.

U biljnoj ekologiji se iskorišćava i tzv. e f e k t i v n a temperatura (26). Kao efektivna temperatura smatra se razlika između aktivne temperature i biološkog minimuma. Na primer, biološki minimum za fazu klijanja jare pšenice je 5,0°. Ako je srednja dnevna temperatura nekoga dana bila 14,2°, onda je aktivna temperatura toga dana bila 14,2°, a efektivna temperatura je 9,2° (14,2 — 5,0 = 9,2).

Kada se izračunaju temperaturne sume aktivnih ili efektivnih temperatura, i kada je poznata suma temperature koja je nekoj biljci potrebna za izvesnu fazu razvića, onda se mogu odrediti najverovatniji datumi nastupanja faza razvitka svake biljke.

Srednji datumi sa srednjim dnevnim temperaturama od 5,10 i 15° za izvestan broj mesta u Srbiji prikazan je u tablici 40. U ovoj tablici prikazane su i temperaturne sume za period kada je srednja dnevna temperatura vazduha bila $\geq 5, \geq 10$ i $\geq 15°$. Ovi podaci se odnose za period 1925—1940. godine (53).

Tablica 40. Srednji datumi sa srednjim dnevnim temperaturama 5,10 i 15° i temperaturne sume

Meteorološke stanice	Srednji datumi sa srednjom dnevnom temperaturom od						Temperaturne sume za period kada je sred. dnev. temp. bila ≥		
	5,0°		10,0°		15,0°		5,0°	10,0°	15,0°
	prvi	poslednji	prvi	poslednji	prvi	poslednji			
Senta	12. III	24. XI	9. IV	27. X	6. V	28. IX	4009	3588	2866
Novi Sad	7. III	27. XI	5. IV	2. XI	4. V	3. X	4203	3790	3046
Vršac	7. III	30. XI	3. IV	5. XI	1. V	4. X	4305	3912	3149
Koviljača	8. III	26. XI	6. IV	28. X	9. V	24. IX	3910	3472	2617
Valjevo	9. III	26. XI	8. IV	29. X	7. V	28. IX	4017	3576	2811
Beograd	6. III	28. XI	5. IV	2. XI	4. V	2. X	4169	3749	2977
Vel. Gradište	11. III	27. XI	6. IV	30. X	5. V	29. IX	4047	3641	2869
Bukovo	11. III	24. XI	5. IV	31. X	2. V	4. X	4262	3910	3233
Kragujevac	10. III	27. XI	7. IV	1. XI	7. V	29. IX	4050	3631	2845
Titovo Užice	18. III	18. XI	16. IV	18. X	20. V	17. IX	3498	3043	2219
Kraljevo	10. III	25. XI	7. IV	28. X	7. V	26. IX	3962	3530	2745
Kruševac	11. III	27. XI	7. IV	2. XI	6. V	29. IX	4049	3648	2847
Niš	8. III	28. XI	5. IV	4. XI	6. V	3. X	4189	3799	3001
Vranje	11. III	26. XI	8. IV	2. XI	9. V	2. X	4043	3655	2877
T. Mitrovica	14. III	25. XI	12. IV	27. X	15. V	25. IX	3795	3358	2533
Peć	12. III	25. XI	9. IV	29. X	13. V	28. IX	3912	3487	2657

Lokalni uslovi, kao što se iz tablice 40. vidi, takođe utiču na datume sa srednjim dnevnim temperaturama 5,10, 15°, a samim tim i na sume aktivnih temperatura vazduha. Ovde naročito dolazi do izražaja, pored ostalih uslova, ekspozicija terena. Na južnim padinama, bez vegetacije povećanje sume aktivnih temperatura iznosi 50—80° za vreme vegetacionog perioda (54). Ovo važi za blage padine čiji je nagib manji od 10° i za geografske širine 45—60°. Sa porastom geografske širine ova vrednost se malo menja.

42. ZADOCNJAVANJE VEGETACIJE SA PORASTOM GEOGRAFSKE ŠIRINE I NADMORSKE VISINE

Uzrok ovog zadocnjavanja jeste u stvari smanjivanje količine toplote koja biljkama stoji na raspolaganju kako na većim geografskim širinama tako i na višim nadmorskim visinama.

Smanjivanje u primanju toplotne energije od ekvatora prema polovima i sa udaljenjem od morskog nivoa izražava se, kod jedne iste biljke, uglavnom u zadocnjavanju njenog razvića. Obično se kaže, da za svaki

stepen geografske širine, pri prosečnom opadanju temperature u našim širinama za 0,75°, vegetacija zadocnjava za 4 dana. Ali to je samo srednja vrednost, koja se ne može uzeti za sve predele na zemlji. Isto tako se ne može postaviti opšte pravilo o veličini zadocnjavanja sa porastom nadmorske visine.

Na osnovu svojih ispitivanja Veseli pretpostavlja da u Istočnim Alpima počeci vegetacionih faza za svakih 200 m visine zadocnjavaju u srednjem iznosu za 6 dana. Taj zaključak je utoliko važan što se redućiran na srednje opadanje temperature sa visinom podudara sa napred iznetim iznosom o srednjem zadocnjavanju na promeni geografske širine.

Prema Hannu, kod svih planina do 60° s. š. visinskoj razlici od 200 metara odgovara smanjivanje temperature od 1,13°. Po tome bi temperaturno opadanje od 0,75° za izvestan visinski razmak prouzrokovalo zadocnjavanje vegetacionih faza za 4 dana, dakle isto kao i za jedan stepen geogrfske širine. Prema tome, može se reći da isto opadanje temperature bilo prema planinskim vrhovima, bilo prema višim geografskim širinama povlači za sobom približno isto zadocnjavanje vegetacije: razlika temperature od 1° izaziva razliku zakašnjavanja vegetacije od 5 dana.

43. UTICAJ ŽEGE NA VEGETACIJU

Štetnost od vrlo visoke temperature počiva naročito na sparušenju ili čak na sušenju biljaka, koje može dovesti pojedine biljke do uništenja. Kao naročito nepovoljno se pokazuje pri tome intenzivno zračenje (obasjavanje), koje neposredno ili refleksijom sa svetlih površina pada na venuću biljku. Ipak pri dovoljnom snabdevanju vodom biljka se pri velikim vrućinama i pod normalnim uslovima naše klime ne može lako osušiti.

U našim predelima je temperatura retko kada tako visoka da bi se biljke potpuno osušile u doba njihovog porasta i razvića. Ali se ipak događa da se pri velikim vrućinama biljke sparuše. Ipak, sparušenje biljaka nije prouzrokovano jedino visokom temperaturom, već stoji u vezi i sa sposobnošću apsorpcije sistema ćelica i sa isparavanjem sa površine lišća. Sparušenje nastaje kao rezultat prekida ravnoteže između rada korena i vegetativnih organa. Sparušenje zavisi u meteorološkom pogledu, ne samo od temperature vazduha i njegovog higrometrijskog stanja, već i od rezervi vlage u zemljištu. Prema tome, sparušenje je funkcija intenziteta transpiracije, koja je u velikoj zavisnosti od dejstva vetra. Na taj način vetar »košava« u Podunavlju, koji ima osobine suvog padajućeg fena, utiče u velikoj meri na transpiraciju biljaka, pa i na njihovo sparušenje. Mada košava retko duva za vreme vegetacionog perioda, ali se ipak dogodi da u avgustu i septembru, pri inače suvoj zemlji, košava utiče na još zelenu vegetaciju pod čiijm se dejstvom biljke sparuše. Ovo važi i za izvesne plodove kao što je grožđe i drugi.

Štetno delovanje žege se mnogo manje oseća u velikim šumskim kompleksima gde je klima vlažnija, i u dovoljno vlažnom zemljištu. To isto važi i za zemljište koje je zaklonjeno od suvih vetrova. Usevi za vreme perioda klijanja su najmanje otporni prema uticaju žege, kao i mlade još nedovoljno ukorenjene biljke.

44. UTICAJ MRAZA NA VEGETACIJU

Promrzavanje se može protegnuti na celu biljku ili se ograničiti na njene pojedine delove. Pod dejstvom niske temperature, voda koja je sastavni deo ćelica, odvaja se od ćelica usled stezanja protoplazme i ćelice se isprazne. Voda koja je tako izašla napolje skuplja se u šupljinama i kanalima gde se na temperaturama ispod 0° zamrzne. Pri smrzavanju ova voda povećava svoju zapreminu i od toga se događa cepanje tkiva. Usled toga za vreme jakih zima se cepaju stabla drveća sa velikim praskom. Ove mehaničke povrede u tkivima biljaka praćene su jednom modifikacijom u reakciji ćeličnih sokova i taloženjem proteina što čini vegetaciju manje otpornom prema parazitima.

Biljke čija tkiva sadrže više vode i čiji ćelični sok ima manju koncentraciju su osetljivije i brže nastradaju na temperaturama ispod 0°. Ako su biljke aklimatizirane na veću hladnoću, to njihov ćelični sok ima veću koncentraciju. Ovo nastupa iz razloga što rastvori sa većom koncentracijom imaju nižu tačku smrzavanja.

Isto tako je važno napomenuti, da ako je kravljenje smrznute biljke naglo, to je takođe veća opasnost da biljka ugine. U tom slučaju životni pokret u biljci se uspostavlja, pre nego što su osušene ćelice ponovo dobile svoj normalni položaj u pogledu vode, a to je baš ono što prouzrokuje smrt biljke.

Kada je zemlja zamrznuta u kojoj se nalazi koren biljke, tada koreni sistem ne može apsorbovati vodu iz zemlje. Međutim, sa lišća isparava vodena para, putem transpiracije, čak i pri temperaturama ispod 0°. Transpiracija je naročito velika pri nekom jakom vetru, te se može dogoditi da biljka uvene.

Događa se da južne strane stabala drveća brže nastradaju od mraza nego severne. Ovo se tumači na taj način, što se na južnoj strani pod insolacijom i jačem zagrevanju u vedrim zimskim danima životna aktivnost ćelica nalazi u naprednijem stadijumu nego na severnoj. Usled toga stvoreni su uslovi za veću osetljivost prema mrazu južnih strana stabala nego severnih, naročito u vremenu pred proleće. Ako u vedroj i hladnoj noći temperatura spadne veoma nisko (npr. —25°) može se dogoditi da osetljivije ćelije južnog dela stabla budu umrtvljene, dok one na severnoj strani ostanu pošteđene, mada pri nešto nižoj temperaturi mogu i one da propadnu.

Promrzavanje biljaka događa se kod vrlo sočnih i mladih biljaka i biljnih delova, kao i za vreme perioda najvećeg priticanja sokova. U toku zime, a naročito u njenoj prvoj polovini, kada je u drveću malo sokova, može drveće izdržati veoma veliku hladnoću, dok u proletnjim i jesenjim mesecima, može pri mnogo manjoj hladnoći uginuti ili biti oštećeno. Stoga su najškodljiviji tzv. pozni proletnji mrazevi, kada drvo počne listati ili čak u doba cvetanja. Ali sve dok se pupoljci ne otvore, opasnost pri niskim temperaturama je neznatna.

Sve biljke, kao što je i napred rečeno, nemaju isti otpor prema hladnoći. Maslina ugine ako se za vreme nekoliko dana temperatura vazduha spusti i zadrži na —10°; pomorandža podnosi ovu temperaturu samo nekoliko sati, a izvesne orhideje iz toplih leja uginu pre nego što se termometar spustio do 0°.

Poznato je da snežni pokrivač štiti zimi ozime biljke od promrzavanja. Međutim, ovde se mogu uzeti u obzir i drugi faktori koji su od značaja za biljke u pogledu poboljšanja ili pogoršanja efekta mraza.

Tu spadaju:

a) Datum setve.

b) Stanje zemljišta i plodored. Žita čije seme potiče iz vlažnijih predela, a isto tako i žita posejana u krečnim terenima slabo su otporna prema mrazu. Isto tako su slabo otporne i pšenice koje se seju na pooranom zemljištu posle lucerke (deteline) ili posle repe. Ovo dolazi kao posledica nedovoljnog slegnuća zemlje.

c) Različitost biljne kulture.

d) Stanje semena. Ako je seme ovršeno za vreme vrlo suvog vremena ono ima izvrsnu snagu klijanja.

e) Đubrivo. Žita koja su dobila đubrivo u dovoljnim količinama i naročito obilno u jesen uglavnom su otpornija prema mrazu.

Što se tiče datuma setve navešćemo neke francuske podatke koji se odnose na setvu pšenice.

Kada je setva bila izvršena između 5. i 25. novembra takva žita su uvek bila uništena mrazom. Izuzetak je samo bio 1927. godine. Žita posejana između 5. i 25. novembra dobila su obično količinu toplote, odnosno temperaturnu sumu, između 60° i 150°. Ovakve temperaturne sume bile su dovoljne da žito počne nicati u trenutku kada u Francuskoj nastupe mrazevi. Kako pšenice nisu bile dovoljno snažne da podnesu hladnoću, to su bile uništene mrazom.

Međutim, usevi posejani posle 25. novembra nisu bili oštećeni. Ovi usevi su dobili količinu toplote manju od 60°, i zato su bili još u zemlji, tj. nisu bili nikli do početka mraza. Takođe nije bila uništena ni pšenica posejana između 15. oktobra i 4. novembra. Takva pšenica prema datumima sejanja dobijala je toplotu koja je odgovarala temperaturnim sumama između 400 i 150°, što je bilo dovoljno ne samo za nicanje pšenice, već i za obrazovanje korena i po tri lista. Ovakve pšenice su izdržale decembarske mrazeve.

Pozni proletnji i rani jesenji mrazevi veoma mnogo zavise od prirode terena. U visokim planinama biljke su već češće oštećene ranim jesenjim mrazevima koji se tamo pre pojave nego što se završi vegetacioni period, ali oni ne nanose toliko štete, kao pozni proletnji. Osim toga su na visoravnima štetni mrazevi češći, nego u prostranim nizijama, jer se u prvim predelima, usled relativno obilnijeg zagrevanja u dnevnim časovima, razvitak biljaka ubrzava, ali je noćno hlađenje veoma znatno i veće je nego u nizijama.

Naročito su biljke izložene opasnosti u dolinama i uvalama, gde je danju jako zagrevanje, a noću jako hlađenje. Ovo hlađenje dolazi otuda, što se hladniji vazduh sa okolnih visova spušta niz padine i taloži na najnižim mestima. Sem toga, udubljenja su najčešće zaštićena od prenošenja vazduha čime se radijacija povećava. Često su kulturne biljke bile već i time izložene većoj opasnosti, nego druge iste vrste, što su bile opkoljene visokim drvećem, koje ih nije zaklanjalo i zaštićivalo, a pri tome drveće je sprečavalo provetravanje. Usled toga radijacija je bila intenzivnija, a pridolazak toplijeg vazduha sprečen.

Čak i u slučaju hladnog vetra nema suviše bojazni od mraza. Najzad treba još reći, da podzemni delovi biljke ređe promrznu nego delovi iznad zemlje, jer temperatura u zemlji ne može toliko da spadne kao u prizemnom sloju vazduha.

Naročiti značaj za vegetaciju a pre svega za mlade osetljive biljke imaju proletnji i jesenji mrazevi. Ako proleće uopšte zadocni, tako da se celokupna vegetacija nalazi u zimskom mirovanju iako je kalendarsko proleće već počelo, kao što je bio slučaj 1962. godine, prolećni mrazevi

škode vrlo malo. Međutim, ako jednim toplim periodom biljke budu probuđene i počnu da rade, to je za ovakve biljke jedan jači noćni mraz naročito koban. Što se mraz docnije pojavi u proleće to je šteta utoliko veća. Isto je tako i u jesen: što se mraz ranije pojavi to je on štetniji.

U tablici 41. prikazani su srednji i ekstremni datumi poslednjeg i prvog mraza u našoj zemlji za izvestan broj mesta (55). Ovi podaci se odnose na 2 metra visine iznad zemlje u termometarskom zaklonu.

Tablica 41. Srednji i ekstremni datumi poslednjeg i prvog mraza ($t < 0{,}0°$) za period 1925—1940. godine

Stanice	Nadmor. visina u metr.	Srednji datum		Ekstremni datum mraza	
		pos. mraza	prvog mraza	najkasniji	najraniji
Ljubljana	298	14.IV	27.X	6.V	29.IX
Zagreb-Grič	163	14.III	22.XI	7.IV	17.X
Slavonski Brod	96	7.IV	21.X	6.V	4.X
Osijek	94	1.IV	11.XI	4.V	4.X
Mostar	70	1.III	1.I	26.III	18.XI
Sarajevo	630	6 IV	24.X	19.IV	22.IX
Senta	80	14.IV	30.X	6.V	29.IX
Vršac	91	31.III	5.XI	21.IV	16.X
Sr. Mitrovica	87	8.IV	26.X	6.V	4.X
Beograd	132	29.III	12.XI	3.V	13.X
Niš	195	5.IV	3.XI	6.V	28.IX
T. Mitrovica	521	12 IV	22.X	5.V	26.IX
Cetinje	671	10.IV	20.X	5.V	12 IX
Skopje	240	3.IV	1.XI	4.V	28.IX

Kao što se iz tablice 41. vidi, mraz (slana) se javlja u proleće najkasnije u prvoj dekadi maja. Ovo naročito važi za Srbiju, a prema podacima za period 1925—1940. godine. Međutim, u poslednjim godinama mraz se u proleće javio i kasnije. Tako je npr. 1952. godine bilo mraza u vremenu od 19. do 22. maja u mnogim mestima Srbije (56). Temperatura vazduha na 5 cm visine iznad zemlje bila je ispod 0,0°, a u nekim mestima i ispod —4,0°. Još veća anomalija bila je u prvoj dekadi juna 1962. godine, kada je 7. i 9. juna minimalna temperatura vazduha na 5 cm bila u nekim mestima Srbije —1 do —2°, a u Sjenici čak i —8,0° (57). Ovaj mraz je naneo dosta štete pojedinim usevima, a naročito vinovoj lozi. Tako je noću između 8. i 9. juna 1962. oštećena vinova loza u Vladimirovcu u Banatu u vinogradu tamošnjeg Poljoprivrednog kombinata u svim konkavnim mestima. Na pojedinim mestima je loza ostala neoštećena na visinskoj razlici samo od 0,5 m, tj. u udubljenom mestu loza je promrzla a na malo većoj visini je ostala nepromrznuta.

45. PROBLEM PROLETNJEG MRAZA POSMATRAN SA BILJNO-FIZIOLOŠKOG GLEDIŠTA

Veličina oštećenja vegetacije od mraza ne zavisi samo od toga, da li se proletnji mraz pojavio ranije ili kasnije, već zavisi i od toga u kakvom je stepenu razvića dotični mraz zatekao biljne kulture na nekom mestu ili oblasti.

Kod pravilnog preduzimanja borbe protiv proletnjih mrazeva čovek se donekle mora osloboditi od čisto meteorološkog gledišta u korist jednog načina posmatranja, pri kome se uzima u obzir na prvom mestu živa biljka i njeni biološki zahtevi. Ovde se ne treba ograničiti samo na to, da se statističkim putem odrede srednji i apsolutni datumi poslednjeg proletnjeg mraza za izvestan predeo ili neko mesto. Ovakvi podaci ne bi mogli dovoljno koristiti, jer bi se npr. na taj način došlo do zaključka da planinski predeli imaju veću opasnost od poznih mrazeva u proleće nego ravnice. Ovakav zaključak posmatran biljno-fiziološki često bi mogao biti pogrešan, jer svaka biljka, prvo mora da ima izvesno razviće pozadi sebe, pa tek onda da joj jedan pozni mraz nanese izvesne štete. A šteta se utoliko više oseti i utoliko se može teže zalečiti ukoliko je razvitak biljke više poodmakao, kada je pozni mraz nastupio. Prema tome, u planinskim predelima, iako se proletnji mrazevi pojavljuju kasnije nego u ravnicama, mogu oni naneti manje štete, jer tu razvitak vegetacije zakašnjava prema razvitku u ravnicama.

Da bi se odredila pravilna opasnost od kasnih proletnjih mrazeva treba pre svega za naše krajeve znati sledeće (53):

1. Da srednji datumi poslednjih proletnjih mrazeva u Srbiji za period 1925—1940. variraju od 28. III (u Petrovaradinu) do 20. IV (u Titovom Užicu), a ekstremni datumi za ovaj isti period variraju od 19. IV (u Petrovaradinu i Beogradu) do 15. V (u Zaječaru);

2. Da izvesne biljke počinju svoj život u proleće kada srednja dnevna temperatura vazduha iznosi 5^0 i više, što naročito važi za krompir i žita;

3. Da srednji datumi srednjih dnevnih temperatura od 5^0 variraju u proleće u Srbiji od 6. III (u Beogradu) do 18. III (u Titovom Užicu).

Prema napred iznetom moglo bi se približno uzeti, da vegetacija u Srbiji za izvesne biljke počinje oko 12. marta. Napomenimo još, da u proletnjim danima kada su srednje dnevne temperature vazduha oko 5^0 tada su maksimalne temperature u popodnevnim časovima oko 10^0, usled čega i nastaje intenzivniji život biljaka. Iz tih razloga u aprilu a naročito u maju izvesne biljke su već poodmakle u svome razviću. Zato jedan mraz, koji se može pojaviti u našim krajevima sve do 9. juna, može ovakvim biljkama naneti osetne štete.

Dešava se, međutim, nekih godina da srednje dnevne temperature od 5^0 nastanu kod nas ne samo pre 6. marta već čak i u februaru ili januaru, kao što je bio slučaj 1956. godine. Usled ovih toplih februarskih i martovskih dana vegetacija će više da odamkne, tako da joj aprilski i majski mrazevi mogu naneti više štete, nego što bi se dogodilo da su februar pa čak i mart bili hladni, i da vegetacija nije ni počela svoju aktivnost.

Zato se pri određivanju opasnosti od poznih mrazeva mora broj aprilskih i majskih mrazeva staviti nasuprot broju već povoljnih dana za vegetaciju u februaru i martu. Usled toga pri sračunavanju opasnosti od proletnjih mrazeva moramo postupiti na sledeći način:

1. Uzima se broj dana sa minimalnom temperaturom ispod 0^0 u aprilu i maju i obeleži se taj broj npr. sa N;

2. Uzima se isto tako broj dana sa maksimalnom temperaturom $\geqq 10^0$ u februaru i martu i obeleži se sa n;

3. Proizvod N • n daje jedan broj, prema kome se može mnogo pravilnije dati sud o opasnosti od poznog mraza i o njegovom značaju po biljni život, nego što to može da se kaže navođenjem opštih brojeva noći

sa temperaturom ispod 0^0. Taj proizvod može se nazvati **faktor opasnosti** od poznih proletnjih mrazeva.

Primer: U Beogradu je bilo 1938. godine u aprilu i maju svega 2 dana sa minimalnom temperaturom ispod 0^0, a u februaru i martu bilo je 25 dana sa maksimalnom temperaturom $\geqq 10^0$. Proizvod ovih brojeva iznosi $25 \times 2 = 50$.

U Nišu iste godine i istih meseci bilo je 6 dana sa minimalnom temperaturom ispod 0^0, a 25 dana sa maksimalnom temperaturom $\geqq 10^0$. Dakle, proizvod ovih brojeva jeste $25 \times 6 = 150$. Kao što se vidi faktor opasnosti za Beograd je tri puta manji nego u Nišu.

Kada se za neko mesto ovako odredi faktor opasnosti proletnjeg mraza za svaku godinu u nekom nizu godina, tada se može iz tih brojeva naći srednji faktor opasnosti. Tako se mogu odrediti srednje vrednosti faktora opasnosti za neku oblast i izraditi karta sa izvučenim izolinijama istih faktora opasnosti.

Ali određivanje faktora opasnosti od noćnih proletnjih mrazeva ne treba vršiti prema temperaturi merenoj na 2 metra visine u termometarskom zaklonu, ukoliko se raspolaže ekstremnim temperaturama vazduha na 5 cm iznad zemljine površine. Ako se radi o voćarsko vinogradarskim krajevima onda je najbolje zavesti merenja temperature na visini kruna voćaka odnosno na visini centralnih delova loznih čokota. Prema takvim podacima se može naći faktor opasnosti koji će odgovarati za dotične kulture.

46. UTICAJ VLAGE, MAGLE I OBLAKA NA BILJKE

Kada se govori o uticaju vlage na biljke onda se moraju uzeti u obzir dve stvari: 1. voda iz zemljišta koju biljka koristi kroz koreni sistem, i 2. vodena para u vazduhu koja je takođe značajna pri transpiraciji biljaka.

Voda iz zemljišta je sama po sebi hranljiva materija, a sem toga ona je posrednik pri donošenju drugih hranljivih materija u biljku, kao i kretanju materije u njenjoj unutrašnjosti. Ako količina vode koja biljci stoji na raspolaganju nije dovoljna da naknadi onu količinu vode koja ispari sa lišća, biljka će početi da vene, a može se pri dužoj nestašici vode i osušiti. Bez dovoljne količine vode ne može biti vegetacije i najplodnije zemljište postaje pustinja. Kako padavine iz oblaka predstavljaju glavni izvor vlage u zemljištu koja služi za obezbeđenje biljaka vodom, to će se o uticaju padavina na biljke govoriti u zasebnom članu.

Vlažnost vazduha ima dosta velikog uticaja na biljke. Kod agrometeoroloških ispitivanja uzima se obično u obzir relativna vlažnost vazduha i deficit zasićenosti vazduha vodenom parom. Što je relativna vlažnost vazduha veća a deficit zasićenosti manji pod drugim istim uslovima (temperatura, vetar i dr.), to će biti slabija transpiracija sa lišća biljaka, te će biti potrebno manje vode iz zemljine unutrašnjosti. Prema tome, ako je veća vlažnost vazduha, biljka će se moći razvijati sa manje vode u zemlji.

Relativna vlažnost vazduha stoji sa temperaturom vazduha u obrnutom odnosu, pa je zato relativna vlažnost najmanja oko 14 časova kada je najviša temperatura. Drugim rečima, transpiracija biljaka je najintenzivnija oko 14 časova. Zato je potrebno da se pri proučavanju uticaja

relativne vlažnasti vazduha na biljke uzmu u obzir vrednosti ovog elementa u 14 časova. Poznata je činjenica, da pojavu suše ne sačinjava samo nedostatak padavina, već takođe i visoka temperatura vazduha a mala relativna vlažnost vazduha. Proletnji, letnji pa i jesenji sušni periodi dosta često počinju naglim porastom temperature i naglim smanjivanjem relativne vlažnosti (58). Obrađeni podaci i dobiveni rezultati za sušne periode u Novom Sadu, Beogradu i Nišu su dosta dobro potvrdili prednje tvrđenje (59).

Da bi se videla razlika između srednjih mesečnih vrednosti relativne vlažnosti prema osmatranjima u 7,14 i 21 čas i osmatranjima u 14 časova, prikazane su ove vrednosti za Beograd u tablici 42. a za mesece od marta do oktobra.

Tablica 42. Relativna vlažnost vazduha u Beogradu za period 1925—1940. godine

Meseci	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Srednja meseč.	69	60	63	61	59	61	64	71
Srednja meseč. u 14 časova	56	50	53	50	48	48	50	60
Razlika	13	10	10	11	11	13	14	11

Kao što se iz tablice 42. vidi, razlika između ovih dveju vlažnosti je od 10 do 14%. Najsuvlji vazduh je u julu i avgustu. Kada je vazduh zasićen samo sa 50% vodenom parom onda je on veoma suv, a to nije pogodno za kulturne biljke, naročito za okopavine. Takav slučaj je baš u 14 časova u letnjim mesecima.

Ovde treba istaći još kao primer dva topla i sušna vegetaciona perioda u Srbiji sa slabim prinosom i dva umerena perioda sa dobrim prinosom. Sušni periodi su bili 1950. i 1952. godine, a umereni 1951. i 1953. god. U letnjim mesecima 1950. i 1952. godine vazduh je bio veoma suv. Bilo je više slučajeva kada je relativna vlažnost vazduha u pojedinim mestima iznosila u 14 časova manje od 20%. Kao ekstremni slučajevi male relativne vlažnosti vazduha u 14 časova bili su: 14% u Valjevu 3. VIII 1950. godine, i 17% u Ćupriji istog dana (60).

Relativna vlažnost vazduha za izvestan broj mesta u Srbiji u 14 časova prikazana je u tablici 43. a prema ranije objavljenim podacima (61).

Prosečna vrednost relativne vlažnosti od aprila do avgusta je skoro ista kao i prosečna vrednost od maja do jula.

A p s o l u t n a v l a g a vazduha ima takođe značaja u poljoprivredi pri pojavi proletnjih poznih i ranih jesenjih mrazeva. Jer ukoliko u vazduhu ima manje vodene pare utoliko pri vedroj noći temperatura vazduha brže opada, pa može pre doći do spuštanja temperature ispod 0,0°, odnosno do stvaranja slane. Inače ako u vazduhu ima dovoljno vodene pare, pri naglom opadanju temperature vazduha u večernjim časovima može nastupiti stvaranje rose, pod uslovom da se temperatura ne spusti ispod 0°. Pri stvaranju rose oslobađa se latentna toplota koja usporava brzo opadanje temperature, pa samim tim se ublažuju i uslovi za stvaranje mraza odnosno slane.

Tablica 43. Srednje vrednosti relativne vlažnosti vazduha u 14 časova za period 1925—1940. g.

Stanice \ Meseci	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	prosečna IV-VIII	prosečna V-VII
Senta	69	61	61	58	52	54	58	67	57	57
Novi Sad	62	54	56	54	49	52	54	65	53	53
S. Mitrovica	68	59	59	63	59	59	60	69	60	60
Vršac	63	54	57	57	51	52	54	64	54	55
Koviljača	60	56	61	62	58	59	58	71	59	60
Valjevo	68	59	60	55	51	54	55	64	56	55
V. Gradište	61	58	57	59	55	55	65	66	57	57
Kragujevac	59	54	58	55	52	52	54	63	54	55
Zaječar	62	58	59	55	50	54	57	65	55	55
Niš	59	53	57	53	48	48	51	62	52	53
Vranje	61	54	59	53	48	46	50	63	52	53
T. Mitrovica	57	49	52	49	45	44	46	57	48	49
Peć	61	48	53	53	46	48	55	63	50	51

Magle i oblaci su na štetu svetlosnom i toplotnom uticaju sunca u dnevnim časovima za vreme vegetacionog perioda, ali imaju povoljan uticaj što sprečavaju noćnu radijaciju, pa prema tome sprečavaju ili bar znatno ublažuju pozne proletnje i rane jesenje mrazeve.

47. UTICAJ ROSE, SLANE I INJA NA BILJKE

R o s a. — Rosa ima na rastenje biljaka povoljan i koristan uticaj. Naročito je važna rosa pri suvom vremenu jer ovlaži zemljište i biljke. Ovlažene biljke rosom će manje gubiti vlage iz zemlje putem transpiracije, jer sa biljnih listova mora prvo da ispari rosa, pa tek onda voda iz zemlje. Osim toga rosa je bogata u onim atmosferskim supstancama koje imaju značaja za ishranu biljaka, a to su: amonijak i azotna **kiselina.**

S l a n a. — Slana sama po sebi nije škodljiva za biljke, ali je škodljiva niska temperatura, koja je uslov za stvaranje slane. Ako se posle noći sa mrazem nađu biljke ili njihovi delovi promrznuti, onda se kaže da je slana ove biljke ubila i na taj način se slani pripisuje pogrešno delovanje.

I n j e. — Inje je toliko štetno, što se često u tolikoj meri nahvata na granama i grančicama, da se pod njegovim teretom polome. Ovo isto važi i za poledicu naročito onu koja se obrazuje pri padanju prehlađene kiše na grane drveća čija je temperatura ispod 0°.

48. UTICAJ PADAVINA NA BILJKE

Pre svega padavine imaju fizičko i hemijsko dejstvo na zemljište. Pod dejstvom padavina vrši se rastvaranje minerala u zemljištu, bez koga biljke, za obrazovanje svojih tkiva, ne bi mogle upotrebiti ni silicijum iz zemljišta, ni fosfate đubriva, ni karbonate.

Kišna voda donosi na zemlju iz atmosfere izvesnu količinu azota u obliku amonijačnih i nitratnih jedinjenja. Ispitivanjima je ustanovljeno u Francuskoj i Belgiji da 1 litar kišnice sadrži 2 mgr amonijačnog azota i 0,7 mgr nitratskog azota. Zimske kiše su mnogo bogatije azotom od letnjih. U oblasti Pariza, gde godišnje padne oko 600 mm padavina, kiša donosi na 1 hektar 15 kg azota u toku godine.

Sem azota koga sadrži kišnica, na zemljinu površinu azot dospeva još iz:

rose — — — — — — —	1 mgr azota na 1 litar vode,
magle — — — — — — —	4,4 mgr azota na 1 litar vode,
snega — — — — — — —	7,4 mgr azota na 1 litar vode,
inja — — — — — — —	7,5 mgr azota na 1 litar vode.

Kao što se vidi sneg donosi veću količinu azota na zemlju nego kiša. Tako u trenutku topljenja snega u proleće, azot koji je na taj način oslobođen daje vegetaciji impuls za brzo razvijanje. Ovo se naročito događa u planinskim predelima gde se sneg docnije topi (npr. u maju) kada je intenzitet sunčevog zračenja već dosta jak, i kada biljkama stoji na raspolaganju i dovoljna količina toplote.

U tropskim predelima prema istraživanjima Müntza, kišnica je deset puta bogatija nitratima od kišnice naših predela na umerenim širinama. Proporcija amonijaka tamo je takođe mnogo veća nego u našim krajevima. Ovi činioci, pored dovoljne količine toplote i vlage, utiču na bujnost vegetacije u tropskim predelima.

S obzirom da se u kišnici nalaze takve hranljive materije, postoji u narodu jedna poslovica: d a k i š a m o ž e č e s t o d a n a d o k n a d i đ u b r i v o. Ali i suprotna stvar je takođe tačna: d a đ u b r i v o m o ž e č e s t o d a z a m e n i v o d u.

48.1 UTICAJ KIŠE, SNEGA I GRADA NA BILJKE

K i š a. — Kiša je pored snega glavni izvor vlažnosti zemljišta koju biljke crpe u sebe. Najpogodnije deluju na biljke tihe kiše, prekidane sunčevim sjajem, koje sobom donose vlažnost, a ne nanose razaranja kao pljuskovi ili provale oblaka. Dugotrajno kišovito vreme, bez dovoljno toplote, je štetno za rastenje biljaka, a naročito za vreme cvetanja i obrazovanja ploda. Oplođavanje cvetnim prahom je pri vlažnom vremenu ometano ako ne i sprečeno. Snažni pljuskovi mogu uglavnom da nanesu izvesnu štetu: lomljenje nežnih delova biljke, spiranje i odnošenje kulture ili plodne zemlje. I najzad zasipanje plodnih obrađenih njiva sa grubim mineralnim masama.

Dugotrajne kiše mogu biti takođe štetne za vreme pšenične žetve, naročito ako posle kiše temperatura vazduha spadne ispod normalne temperature toga razdoblja.

S n e g. — Sneg ima utoliko blagotvorniji uticaj na vegetaciju, što obrazuje pokrivač koji rđavo provodi toplotu, te na taj način štiti zemljinu površinu i mlade ozime biljke od preterano jakog hlađenja. Ipak sam sneg je na svojoj površini jako rashlađen radijacijom, jače nego gola zemlja, te je usled toga vazduh iznad snežnog pokrivača hladniji nego iznad gole zemlje.

Kada se topljenje snega vrši postepeno, onda se voda spušta dublje u zemljište i tako se u zemljištu stvara dugotrajna zaliha vlage. Inače pri brzom topljenju snega a pogotovo pri smrznutom zemljištu, koje ne propušta vodu, nema se mnogo koristi od snežnog pokrivača.

Kako se za topljenje snega utroši mnogo toplote to je zagrevanje zemljine površine, pri topljenju snega, znatno usporeno. Usporavanje zagrevanja je utoliko veće ukoliko je veći snežni pokrivač. Ta okolnost ima bitan uticaj na zadocnjavanje početka proleća naročito u planinama i planinskim padinama koje su okrenute prema severu. Ali ta okolnost ima i jedan povoljan uticaj, jer u ovim mestima biljke počinju kasnije da rastu, te se tako sačuvaju od proletnjih mrazeva.

G r a d. — Grad ima uopšte štetan uticaj na biljke, i to tim više, što su zrna grada krupnija, mnogobrojnija (gušća) i što duže padaju.

Pri proučavanju uticaja kiše na biljke mora se voditi računa o mogućnosti apsorbovanja vode od strane zemljišta, i to one vode koja je pala u vidu kiše na zemljište. Količina apsorbovane vode zavisi od fizičkih osobina zemljišta i stanja njegove površine, zatim zavisi od stepena zasićenosti zemljišta vodom, intenziteta padavina, nagiba zemljišta i dr. Strukturna zemljišta bolje apsorbuju padavine nego nestrukturna. Ukoliko je površinski sloj zbijeniji utoliko se oticanje vode povećava, a količina apsorbovane vode od padavina smanjuje. S obzirom na količinu apsorbovane vode pri padanju kiše uveden je pojam tzv. *efikasnih padavina*.

Efikasnim padavinama smatra se ona količna vode koju zemljište može da apsorbuje u jedinici vremena za vreme padanja kiše (62). Ako je intenzitet kiše veći od efikasne kiše onda će višak vode da otekne i vegetacija od toga neće imati nikakve koristi, već može imati štete. Međutim, kada je intenzitet kiše manji od intenziteta efikasne kiše, tada će celokupna količina vode od padavina biti apsorbovana od zemljišta.

Ako se sa q obeleži količina vode od kiše koju zemljište može da apsorbuje u jedinici vremena, a sa Q ukupna količina vode koju zemljište može da apsorbuje za vreme celokupnog padanja kiše, onda je:

$$Q = q \cdot t$$

gde je t — vreme padanja kiše. Svakako da q zavisi od stepena vlažnosti zemljišta, ali se isto tako menja i sa prirodom zemljišta.

Intenzitet apsorpcije je vrlo veliki u peskovitim a mali u glinovitim zemljištima. Međutim, kako još ne raspolažemo konkretnim rezultatima eksperimentalnih istraživanja, koji se odnose na intenzitet apsorpcije, primorani smo da se oslonimo na izvesne pretpostavke, i to:

1. — da intenzitet apsorpcije ima konstantnu vrednost, i
2. — da intenzitet apsorpcije ima jednaku vrednost u svakoj vrsti zemljišta, tj. da je $q = k$.

Posle raznih savetovanja sa poljoprivrednim stručnjacima prihvaćeno je (63) i uzeto da je:

$$q = 1 \text{ mm/čas}$$

Prema tome, ovde se uvodi pretpostavka da zemljište može da apsorbuje oko 1 mm vode na čas. Na osnovu ovakve pretpostavke izlazi:

1. Sve padavine čiji je intenzitet manji ili ravan 1 mm/čas biće integralno apsorbovane.

2. Ako padavine imaju intenzitet veći od 1 mm/čas to će od njih biti apsorbovan samo izvestan deo koji odgovara intenzitetu od 1 mm/čas.

Visina efikasnih padavina H_1 određuje se na sledeći način:

a) Ako je ukupno trajanje padavina D izraženo u časovima veće ili jednako od visine stvarno palih padavina H u mm onda je srednji intenzitet padavina ravan ili manji od 1 mm/čas. U ovom slučaju može se pretpostaviti da je zemljište apsorbovalo svu vodu od padavina i zato se može napisati da je:

$H_1 = H$ kada je $D \geqq H$

b) Ako je trajanje padavina D manje od visine padavina H, može se pretpostaviti da je zemljište apsorbovalo samo toliko milimetara vode koliko je proteklo časova za vreme trajanja dotičnih padavina. To znači u ovom slučaju može se napisati da je:

$H_1 = D$ kada je $D < H$

Na ovaj način obrađeni su podaci efikasnih padavina za Beograd za period 1925—1952. godine (64) i prikazani u tablici 44. U ovom periodu nedostaju podaci za celu 1942. i 1945. godinu.

Tablica 44. Visina stvarnih padavina (H) i visina efikasnih padavina (H_1) u mm i koeficijent efikasnosti $\left(\frac{H_1}{H}\right)$ u % u Beogradu

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
H	45	42	45	48	77	82	58	59	49	59	58	56
H_1	39	33	33	31	30	27	15	17	21	36	40	42
$\frac{H_1}{H}$	87	78	73	66	39	33	26	29	42	61	69	75

Kao što se iz tablice 44. vidi, godišnji tok efikasnih padavina (H_1) je drugačiji od godišnjeg toka stvarnih padavina (H). Maksimum efikasnih padavina je u decembru a minimum u julu. Efikasne padavine opadaju od decembra do jula a zatim rastu od jula do decembra. Sličan je godišnji tok i koeficijenta efikasnosti, samo što je maksimum u januaru a minimum u julu. Karakteristično je, da su u najkišovitijim mesecima junu i maju visine efikasnih padavina dosta male. Naročito su male visine efikasnih padavina u julu, avgustu i septembru. Prema tome, može se reći da veliki deo vode od padavina u ova tri meseca otekne i ostane neiskorišćen za zemljište i vegetaciju. Ako bi se sudilo po efikasnim padavinama moglo bi se reći da Beograd ima dosta suvo leto, a takođe i početak jeseni.

49. UTICAJ VETRA NA BILJKE

Vetar čini vegataciji mnogostruke i važne usluge. Vetrovi stalno obnavljaju vazduh oko biljaka. Prema tome, tišina i mirnoća vazduha je štetna za biljni život, a sem toga se povećava i opasnost od poznih i ranih mrazeva. Provetravanje i obnavljanje vazduha deluje povoljno i na oplođavanje jer pomaže da se prenese cvetni prah. Najzad vetar mnogo doprinosi i razvejavanju semena.

S druge strane, čak i umereni vetrovi mogu da izazovu štetne uticaje kod biljaka. Hladni vetrovi mogu da usporavaju razvitak vegetacije. Naročito nepovoljno deluju vetrovi koji lome grančice, grane ili čak nakrivljuju i obaraju cele biljke. Stoga biljke sa visokim stablima ne mogu uspevati na mestima gde su potpuno nezaštićene i izložene čestim burama. Jele su najviše izložene opasnosti od lomljenja i obaranja zbog svog plitkog korena, kao i zbog svog postojanja na većim visinama i najzad usled njihovih gustih kruna i dugih stabala. Manja je opasnost za borove i naročito bukve. Ako su jele izmešane sa borovima a naročito bukvama, onda su one samim tim zaštićene od jakih vetrova. U čestim lisnatim šumama, pustošenja i obaranja drveta su retka.

Sa one strane otkuda duvaju česti i snažni vetrovi grane i grančice pa čak i stabla su većinom povijena ka suprotnoj strani. To se veoma lepo može videti na Jadranskom primorju, gde se pod dejstvom bure naročito visoka drveća naginju prema moru i tako dalje rastu. Međutim, na mestima, gde je preovlađujući pravac vetra ujedno i pravac vlažnih vetrova, čeone strane vetra se raspoznaju po tome što je kora drveta pokrivena mahovinom i lišajevima.

50. UTICAJ KLIMATSKIH ELEMENATA NA KULTURU PŠENICE

Pravilan razvoj i dobar prinos pšenice za vreme vegetacionog perioda zavisi od tri meteorološka, odnosno klimatska elementa: toplote, svetlosti i vlage. Kako pšenica u svome vegetacionom periodu ima svoje potperiode, to je potrebno da se pri proučavanju dejstva klimatskih elemenata na razviće pšenice uzmu u obzir elementi po pojedinim potperiodama.

a) *Dejstvo toplote.* — Prema podacima koji su dobiveni u Francuskoj ustanovljeno je:

1. — da pšenica ne klija ako je srednja dnevna temperatura vazduha ispod 6,0°,

2. — da ne cveta ako je srednja dnevna temperatura ispod 16,0°, i

3. — da se žetva ne može obaviti, jer pšenica ne sazri, ako je srednja dnevna temperatura vazduha ostala ispod 20,0°.

Ovako iznošenje minimalnih temperatura za pojedine podperiode ne zadovoljava potpuno. Zato su u Francuskoj, pored pomenutih minimalnih temperatura određivane još i temperaturne sume za svaku fazu pšenice u njenom vegetacionom periodu. Temperaturne sume računate su od dana kada je srednja dnevna temperatura vazduha bila 6,0°. Na

taj način ustanovljeno je, da za ozime pšenice koje se seju u severnoj Francuskoj treba u srednjoj vrednosti temperaturna suma od 2300⁰ da bude raspoređena na sledeći način:

— od setve do klijanja — — — — — — —	150⁰
— od klijanja do bokorenja — — — — — —	500⁰
— od bokorenja do cvetanja — — — — — —	850⁰
— od cvetanja do dozrevanja — — — — — —	800⁰
svega	2300⁰

b) *Dejstvo sunčevog zračenja.* — Sunčevi zraci utiču na obrazovanje hlorofila kod pšenice. Prema tome, razviće pšenice je takođe i funkcija intenziteta sunčevog zračenja, naročito za vreme podperioda od bokorenja do cvetanja. Izračunato je, da je za ceo period pšenice u Francuskoj u okolini Pariza, potrebno 6000⁰ aktinometarskih stepeni, merenih pomoću aktinometra od Aragoa. Ovo se odnosi samo za dane čija je srednja dnevna temperatura vazduha iznad 6,0⁰.

c) *Dejstvo vlage.* — Približan odnos između rasta pšenice i isparavanja sa njene površine je takav, da za obrazovanje jednog grama sopstvenog tkiva ispari u srednjoj vrednosti od 250 do 400 grama vode u atmosferu. To je tzv. t r a n s p i r a c i o n i k o e f i c i j e n t. U zamenu za isparenu vodu sa lišća svaki pšenični struk izvlači iz zemlje vodu svojim korenom. Isparavanje kod pšenice dostiže svoj maksimum u toku faze cvetanja. Ustanovljeno je u severnoj Francuskoj, da sa površine jednog hektara, sa koga se dobije 24 metričkih centi pšenice, ispari 330 mm vode od marta do juna. Za ovo isto vreme padne na zemlju u vidu kiše oko 310 mm. Prema tome, pšenica u ovim predelima mora ovu razliku od 20 mm vode da dobije od zimske zalihe i od rose koja se stvara na samoj pšenici.

d) *Kritične periode.* — Za razne vrste biljaka postoje tzv. kritične periode za vreme kojih je neophodno da biljke imaju na raspolaganju kako u vazduhu tako i u zemljištu izvesnu količinu vlage, ni suviše veliku ni suviše malu. Sem ove određene vlage u kritičnim periodama biljaka veliku ulogu igraju još: temperatura vazduha i intenzitet sunčevog zračenja. Vrednosti pomenutih meteoroloških elemenata u toku kritičnih perioda, iako različitih za svaku biljku, imaju veliku važnost u prinosu žetve. Na primer, vrlo vlažan vazduh je uvek nepovoljan za pšenicu u vremenu njenog cvetanja. Suv vazduh, ali sa vlažnom zemljom je naprotiv osobito povoljan za vreme cvetanja, jer se tada povećava aktivnost transpiracije, a međutim, ako biljka ima u ovo vreme u zemlji na raspolaganju dovoljno vlage faza cvetanja će se uspešno obaviti.

Kada se ovo ima u vidu onda se setva raznih žitarica može podešavati tako da njihove kritične periode cvetanja i klasanja padaju u doba godine, kada su padavine i drugi elementi najpovoljniji. U oblasti Pariza ustanovljeno je, da je više godina početak cvetanja raznih ranih žitarica bio ometan kišama. Međutim, kada se odredi verovatnoća kiše, onda se u ovoj oblasti dobija da je druga polovina juna manje kišovita od prve i zato povoljnija za normalno obavljanje cvetanja. Stoga u ovoj oblasti ne treba sejati rane sorte žitarica, čije cvetanje često pada u prvu polovinu juna.

VII

KLIMATSKE KARAKTERISTIKE POJEDINIH KONTINENATA

U ovom delu su prikazane glavne klimatske karakteristike pojedinih kontinenata. Klima koja je tretirana u ovom odeljku odnosi se u stvari na makroklimu (vidi član 2.1).

Pri obradi regionalne klime korišćena je uglavnom literatura sledećih autora: B. P. Alisov, I. A. Berlin, V. M. Miheli (65), B. P. Alissow (66), S. I. Kostin i T. V. Pokrovskaja (15), Deljjanić (67). Sem dela ovih autora korišćeni su i drugi izvori literature iz oblasti klimatografije pojedinih predela.

51. KLIMA EVROPE (bez SSSR)

Evropa je u stvari jedan deo Eurazije, tj. oko jedna petina celokupnog kontinenta. Ali kako su fizičko-geografske osobine Evrope dosta različite od ovakvih osobina Azije, to se sa klimatske tačke gledišta Evropa mora posmatrati kao zaseban kontinent.

Kopno Evrope se nalazi između 71⁰8' s. š. i 36⁰0' s. š., dok se na zapad prostire do 9⁰34', z. d. od Grinviča. Obala kopna je veoma razuđena. Reljef Evrope je dosta raznoobrazan. Na njoj se nalaze veliki planinski masivi kao što su Alpi, Pirineji, Apenini, Balkan, Karpati i dr. Zatim u Evropi ima dosta nizije, ravnice i brežuljaka, visoravni, dolina itd.

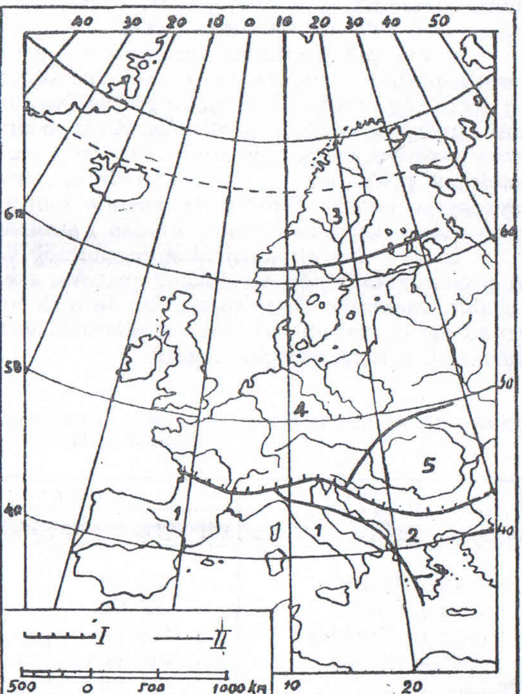
Na klimu Evrope imaju velikog uticaja Atlantski okean sa poznatom toplom Golfskom strujom, zatim okolna mora: Norveško, Severno, Sredozemno, Egejsko, Crno more, kao i mora koja ulaze duboko u kopno u koja spadaju Baltičko i Jadransko more. Uticaj vodenih površina uvećava se i velikom razuđenošću obala Evrope, usled čega se smanjuje kontinentalnost klime ne samo u primorskim oblastima već i dublje u kopnu. Na severu Evrope nalazi se Severni ledeni okean i Barencovo more, prema kojima je evropsko kopno otvoreno preko Finske ravnice. Ovo omogućava upade hladnih vazdušnih masa duboko na jug, što ima takođe znatnog uticaja na klimu. Velikog uticaja na klimu ima i reljef zemljišta, a naročito napred navedeni planinski masivi, čije su strane različito orijentisane.

Prema Alisovu (65) Evropa se deli na dva klimatska pojasa: *suptropski* i *umereni*, koji se dalje dele na izvestan broj klimatskih oblasti. Na slici 31. prikazani su klimatski pojasevi i klimatske oblasti u Evropi.

I. *Suptropski klimatski pojas.* — Kao što se na slici 31. vidi, ovaj klimatski pojas obuhvata južnu Francusku, Pirinejsko i Apeninsko poluostrvo i delove Balkanskog poluostrva — južno od planine Balkana. Ovaj se pojas deli na dve klimatske oblasti: *atlantsko-sredozemnomorsku* i *kontinentalno-sredozemnomorsku.*

1. *Atlantsko-sredozemnomorska klimatska oblast* zahvata zapadne i srednje predele Sredozemlja, tj. južnu Francusku, Pirinejsko i Apeninsko poluostrvo.

2. *Kontinentalno-sredozemnomorska klimatska oblast* zahvata delove Balkanskog poluostrva južno od planine Balkana. Ovakva podela je približna, jer na klimu južne Evrope ima velikog uticaja osobina podloge, oblik poluostrva i orografija na pojedinim poluostrvima.



Sl. 31. Klimatski pojasevi i klimatske oblasti Evrope prema Alisovu (bez SSSR)
I — granica klimat. pojaseva
II — granica klimat. oblasti

Suptropski pojas ima na svojoj zapadnoj polovini — Pirinejskom poluostrvu, južnoj Francuskoj i Apeninskom poluostrvu — vazdušne mase sa Atlantskog okeana, koje su zimi došle sa umerenih širina okeana a leti sa suptropskih širina okeana. Na Balkanskom poluostrvu, u istočnom delu suptropskog pojasa, u toku leta preovlađuje kontinentalni tropski vazduh. Planinski sistem Pirineja, Alpa i Balkana štiti ovaj pojas od hladnog kontinentalnog vazduha sa severa, pa su zato u južnim oblastima temperature dosta visoke. Najviše temperature u januaru su od 10 do 12^0 i to na južnim obalama Pirinejskog poluostrva, zatim u Siciliji i Grčkoj. U unutrašnjim predelima poluostrva temperature januara su oko 2 do 5^0.

Ponekad u toku zime u suptropski pojas Evrope prodre hladan kontinentalan vazduh u vidu jakih vetrova, naročito u predelu ušća reke Rone i u predelu Jadrana. Hladan vetar severnog i severoistočnog pravca kod ušća reke Rone zove se *mistral*, a na obali Jadrana *bura*.

U toku zime iznad Sredozemnog mora se nalazi polarni front, na kome se razvija ciklonska aktivnost, koja uslovljava velike količine padavina u ovom području.

U toku leta u suptropskom pojasu Evrope najčešće vlada anticiklonska situacija, kao ogranak azorskog anticiklona. Polarni front u tom pojasu se pomera prema severu. Preovlađujuće vazdušne mase leti su tropskog porekla.

Portugalija, koja leži u zapadnom delu Pirinejskog poluostrva, nalazi se pod jačim uticajem atlantskog vazduha, što doprinosi da su leta prohladna. Srednja temperatura jula je 20—22^0. U unutrašnjosti Španije leta su toplija nego u Portugaliji i srednja temperatura jula je 25—26^0. Najtoplije leto je u Grčkoj gde je srednja temperatura jula 26—28^0. U istočnoj polovini suptropskog pojasa, tj. u kontinentalno-sredozemnomorskoj oblasti, leta su toplija nego u zapadnoj polovini.

Najviše padavina pada u ovom pojasu zimi, dok su leta veoma suva. Godišnja suma padavina na obali Atlantskog okeana je od 800 do 1300 mm (San-Sebastian 1377 mm), dok se u unutrašnjosti Španije smanji na 300—500 mm. U Dinarskim planinama godišnja visina padavina je oko 4500 mm. U severnoj Italiji (Milano) padne godišnje oko 1030 mm, a u južnoj Italiji (Napulj) oko 840 mm. Godišnja visina padavina u Grčkoj je veoma različita kada se pođe od obale Jadranskog mora na istok do obale Egejskog mora. Tako npr. na Krfu padne 1206 mm godišnje, a u Solunu 537 mm.

Na obalama Sredozemnog mora sneg pada veoma retko. Ukoliko nekad i padne on se odmah otopi. Prosečan broj dana sa snegom je 1—4. Najveći broj dana sa snegom je na obalama Jadranskog i Egejskog mora, i to prosečno oko 6 dana u godini.

Radi što boljeg poznavanja klime Sredozemlja navešćemo ovde i neke klimatske karakteristike ove oblasti prema E. Bielu (68).

Najvažnija klimatska karakteristika Sredozemlja jeste visoka temperatura Sredozemnog mora, po kojoj spada u najtoplija mora na svetu. U pogledu vodenog bilansa Sredozemno more je deficitarno, tj. znatno više vode ispari nego što pritekne rekama i padavinama. Ovaj deficit se nadoknađuje vodom sa Atlantika koja dolazi kroz Gibraltarski moreuz. Ali kako je ovaj moreuz plitak, u zapadno Sredozemlje pritiče samo najtopliji sloj površinske vode sa Atlantskog okeana.

Na obalama Sredozemlja nalaze se maksimum i minimum padavina u Evropi. Padavine su mnogo intenzivnije nego u centralnoj Evropi. Na obali Sredozemlja nalazi se najveća pustinja sveta (Sahara), a istovremeno i oblasti čiji klimatski uslovi omogućuju najbogatije voćne pojaseve duž obala Grčke, Italije i dr.

U oblasti Sredozemnog mora postoje mnogi tipovi godišnjeg toka padavina i temperature vazduha, od kišnih i blagih zima na jugu i zapadu do hladnih i suvih na severoistoku. Mediteranske zemlje zahvataju oblasti u kojima se praktično grmnjavina ne javlja (Grčka ostrva Kutera i Antros) i istovremeno obalst sa najvećom čestinom grmljavine u Evropi (severni Jadran). Isti kontrasti postoje takođe u oblačnosti i dužini sunčeva sjaja.

Najveći pozitivan bilans insolacija-radijacija poznat na zemlji zabeležen je leti iznad izvesnih mediteranskih oblasti. Najmanja prosečna relativna vlažnost nije zabeležena na mediteranskim obalama. Izvesne oblasti su u potpunosti izložene oštrim prodorima hladnih vazdušnih masa, dok su druge oblasti dobro zaštićene.

Koeficijent kontinentalnosti mediteranskih stanica pokazuje vrednost od ekstremno kontinentalnih do ekstremno maritimnih karakteristika. Morske struje takođe znatno utiču na klimu izvesnih obalskih pojaseva.

II. *Umereni klimatski pojas.* — Ovaj pojas obuhvata najveći deo zapadne Evrope i deli se na tri klimatske oblasti: *atlantsko-arktičku*, *atlantsko-kontinentalnu* i *evropsko-kontinentalnu* oblast.

3. *Atlantsko-arktička klimatska oblast* obuhvata Skandinavsko poluostrvo i Finsku bez njihovih južnih delova.

4. *Atlantsko-kontinentalna klimatska oblast* obuhvata veći deo zapadne Evrope sa uključenjem Alpa i severnih Karpata.

5. *Evropsko-kontinentalna klimatska oblast* zahvata jugoistočne delove Evrope, tj. južne Karpate, Panonsku niziju i teritorije Balkanskih zemalja severno od planine Balkana.

U severnom delu umerenog pojasa, tj. u atlantsko-arktičkoj oblasti zimi vlada intenzivna ciklonska aktivnost, koja se razvija na arktičkom frontu. Usled toga često dolazi do prodora atlantskog ili morsko-arktičkog vazduha, odnosno često se događa smena vazdušnih masa sa različitim karakteristikama.

Topli atlantski vazduh dolazi naročito do izražaja zimi, jer prodire često duboko u kopno. Pri ovim prodorima dolazi do oštrih pozitivnih anomalija u temperaturi, stvaranju magle i padavina. Osobito je veliki uticaj atlantskog vazduha na klimu zapadnog primorja Skandinavskog poluostrva. Srednja mesečna temperatura vazduha u januaru u ovim predelima je od —1 do 1,5^0, dok je u istočnim predelima poluostrva od —5 do —10^0. U severnim delovima Švedske i Finske, gde je nizija, srednja temperatura januara i februara je često od —10 do —16^0. U pojedinim danima u severnoj Finskoj temperatura vazduha može da se spusti i do —40^0. Velika razlika u temperaturi između zapadnih i istočnih predela Skandinavskog poluostrva nastaje usled uticaja Skandinavskih planina, koje štite zapadne primorske oblasti od hladnih vazdušnih masa, a istočne oblasti štite od toplih vazdušnih masa sa Atlantskog okeana.

U toku leta na Skandinavskom poluostrvu i Finskoj preovlađuju vetrovi severnog pravca, koji donose hladne arktičke vazdušne mase. Transformacija ovoga vazduha u kontinentalni vazduh umerenih širina vrši se lagano, usled toga što se ovaj vazduh kreće preko velikih šumskih i jezerskih površina. Srednja mesečna temperatura u većem delu Skandinavije i Finske je u julu od 11 do 16^0.

Vreme je u atlantsko-arktičkoj oblasti dosta tmurno, maglovito i zimi su jaki vetrovi. Godišnja suma padavina na zapadnoj obali Norveške iznosi oko 1000 mm i više, a u unutrašnjosti oko 500 mm. U Finskoj padne oko 600 mm godišnje.

U atlantsko-kontinentalnoj oblasti cele godine preovlađuju vetrovi sa Atlantskog okeana, i zato je ovde klima blaga. Zimi atlantski vazduh dolazi u Srednju Evropu pri dolasku atlantske depresije u ove predele. Zato je vreme obično tmurno i vlažno. Često se događa zimi da pri dolasku depresije na kopno, u ove predele prodre arktički vazduh, koji se probija daleko na jug i tamo izazove naglo snižavanje temperature. Ali arktički vazduh češće preplavi istočne predele ove oblasti, dok su zapadni predeli više pod uticajem atlantskog vazduha. Usled toga srednja temperatura vazduha u januaru u ovoj oblasti naglo opada od zapada prema istoku. U primorskim predelima zapadne Evrope ova temperatura iznosi u januaru od 6 do 0^0, a u centralnom delu ove oblasti oko —3^0. Snežni pokrivač je nestabilan u zapadnim predelima, dok je u unutrašnjosti mnogo stabilniji.

U toku leta zapadni delovi ove oblasti se nalaze takođe pod dejstvom atlantskog vazduha, koji se pod uticajem zagrevanja od podloge transformiše u kontinentalni vazduh. Ovako transformisan vazduh preovlađuje u centralnim delovima ove oblasti — u Mađarskoj. U toku leta u zapadnu Evropu može doći i tropski vazduh sa Sredozemlja i Azorskih ostrva, koji često prodire i u centralne predele, gde se jako zagreva od podloge i transformiše — naročito u Panonskoj niziji. Usled toga temperatura u julu raste od zapada prema istoku. Temperatura je u julu u zapadnim predelima od 15 do 18^0, a u centralnim od 20 do 22^0.

U zapadnim predelima ove oblasti zima je blaga a leto prohladno. Oblačnost je velika, padavina ima dosta. Maksimum padavina je u početku zime pri maksimalnom razvitku ciklonske aktivnosti. U istočnim predelima atlantsko-kontinentalne oblasti zime su nešto hladnije a leta toplija nego na zapadu. Maksimum padavina se pomera na leto. Godišnja suma padavina je u ovoj oblasti u ravnicama od 550 do 800 mm, a u Alpima od 1000 do 1500 mm i više.

U evropsko-kontinentalnoj oblasti preovlađuju preko cele godine kontinentalne vazdušne mase, koje se obrazuju iz vazduha atlantskog ili arktičkog porekla. U predelu gde se ovaj vazduh obrazuje stvara se oblast povišenog vazdušnog pritiska. Kada se zimi vrši transformacija atlantskog vazduha, on postaje suvlji i hladniji, naročito ako se ovo događa pri snežnom pokrivaču na zemlji. Međutim, arktički vazduh na jugoistoku Evrope se ponaša obratno, tj. postaje topliji i apsolutno vlažniji, jer je u tu oblast došao kao veoma hladan i siromašan vodenom parom.

U toku leta stvaranje kontinentalnog vazduha događa se uglavnom u predelu povišenog vazdušnog pritiska azorskog anticiklona. Atlantski vazduh, makoliko da je topao, leti je ipak hladniji od podloge i vazduha iznad nje u ovoj oblasti. Zato se atlantski vazduh i leti zagreva pri transformaciji u kontinentalni vazduh.

Tablica 45. Srednje temperature vazduha najtoplijeg i najhladnijeg meseca i godišnje sume padavina

Mesto	Temperatura		Godišnja suma padavina u mm
	najtoplijeg meseca	najhladnijeg mes.	
Rejkavik (Island)	10,9 VII	−1,2 I i II	870
Varde (Norveška)	8,8 VIII	—5,9 II	655
Stokholm (Švedska)	16,8 VII	−3,1 II	548
Helsinki (Finska)	16,6 VII	−6,2 II	704
London	17,1 VII	3,7 I	596
Pariz	18,2 VII	2,2 I	560
Kopenhagen	17,0 VII	−0,4 I	574
Berlin	18,8 VII	—0,3 I	563
Varšava	18,9 VII	—3,6 I	541
Cirih	18,4 VII	−1,4 I	1109
Beč	19,6 VII	—1,7 I	660
Prag	19,0 VII	—1,5 I	448
Budimpešta	20,9 VII	−2,3 I	657
Bukurešt	22,7 VII	—4,2 I	589
Sofija	20,4 VII	−1,7 I	640
Marselj	22,2 VII	6,7 I	567
Madrid	24,7 VII	4,5 I	444
Lisabon	22,1 VIII	10,3 I	700
Rim	24,8 VII	6,7 I	923
Palermo	24,9 VIII	10,3 I	749
Krf	26,4 VII i VIII	10,4 I	1217
Solun	26,6 VII	5,4 I	545

U vezi napred iznetih osobina vazdušnih masa u ovoj oblasti može se reći, da su leta žarka a zime hladne sa snežnim pokrivačem, čak i u ravničarskim predelima.

U tablici 45. prikazane su temperature vazduha za najtopliji i najhladniji mesec u godini kao i godišnje sume padavina za pojedina mesta u Evropi, a prema podacima Alisova i dr. (65).

52. KLIMA AZIJE (bez SSSR)

Kontinent Azije zahvata veliku površinu i pruža se kako u pravcu meridijana tako i u pravcu uporednika. Azija zahvata površinu od 26°10' do 169°40' istočne dužine, i od 77°43' do 1°16' severne širine. Teritorija Azije je veoma raznolika u fizičko-geografskom pogledu. Veliki deo njene teritorije zauzimaju planine, koje se u većem delu nalaze na južnoj polovini kontinenta, i pružaju se od zapada na istok. Najviši planinski vrhovi u Aziji su visoki 7000—8000 m iznad mora.

Sa istočne i jugoistočne strane azijsko kopno je okruženo ostrvima: Japanska, Filipinska, Indonežanska i dr. U Aziji se nalazi najveća visoravan na svetu — Tibet. Azijski kontinent zapljuskuju tri velika okeana: Indijski, Tihi i Severni ledeni.

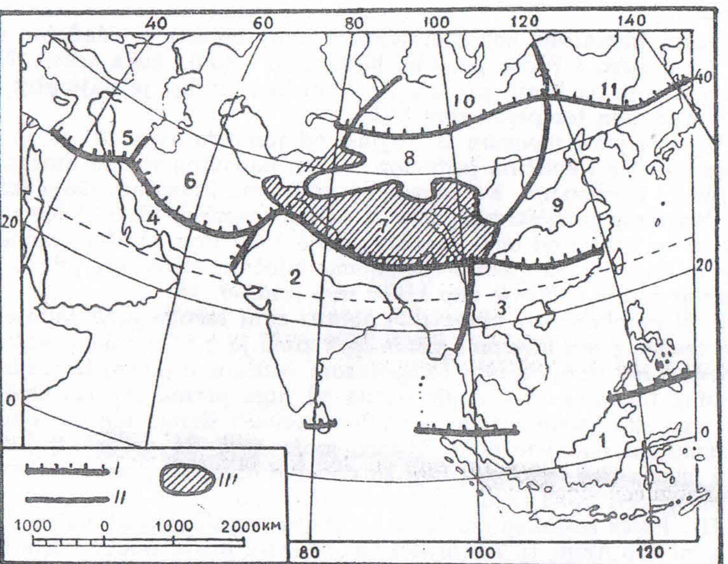
S obzirom na ovakav položaj i orografiju Azije u njoj se obrazuju raznoliki tipovi klime — od žarke i vlažne tropske klime na jugu kontinenta do surove arktičke klime na krajnjem severu Azije. Naročito je važno istaći, da prisustvo visokih planinskih masiva veoma mnogo utiče na karakter atmosferske cirkulacije u pojedinim delovima kontinenta. Sem toga, unutrašnji predeli Azije služe kao veoma pogodne izvorišne oblasti za obrazovanje kontinentalnog vazduha.

I ako Aziju zapljuskuju tri velika okeana i ima veoma razuđene obale, ipak uticaj okeana, sem Severnog ledenog, je na klimu dosta mali. Uticaj se oseća samo na ostrvima i u relativno uskom primorskom pojasu. Ovo dolazi usled velike kopnene površine gde se maritimne vazdušne mase, pri dužem kretanju preko kopna, transformišu u kontinentalni vazduh, a sem toga i usled visokih planinskih masiva, naročito na jugu i istoku, koji sprečavaju dublje prodiranje toplog i vlažnog okeanskog vazduha na kopno. No i pored toga, jako hlađenje površine kopna zimi i zagrevanje leti prouzrokuje stvaranje velikih horizontalnih gradijenata vazdušnog pritiska između kopna i okolnih okeana. Hlađenje kopna zimi omogućava stvaranje anticiklona, a zagrevanje leti stvaranje depresija, usled čega dolazi do obrazovanja sezonskih vetrova, koji su poznati pod imenom *monsuni*. Letnji monsuni sa Indijskog okeana, i pored visokih planina, prodiru dosta duboko u kopno čak do istočnog Tibeta i donose tamo vlagu sa okeana.

Hladne vazdušne mase sa Severnog ledenog okeana prodiru dublje u kopno kao arktički vazduh, ali se i one pri kretanju transformišu i dobijaju osobine kontinentalnog vazduha umerenih širina.

Izvestan uticaj na klimu Azije ima i Atlantski okean preko teritorije Evrope. Vlažne i tople vazdušne mase sa Atlantskog okeana, pri prodoru na kopno kreću se od zapada na istok i dolaze na Azijski kontinent. Pri kretanju se ove mase transformišu postepeno, ali to se događa vrlo sporo, pa zato kada ove vazdušne mase stignu na Azijsko kopno, one još uvek imaju izvesne osobine morskog vazduha.

Prema Alisovu Azija se može podeliti na pet klimatskih pojaseva, od kojih se neki pojasevi dele dalje na klimatske oblasti. Na slici 32. je prikazana ta podela na pojaseve i oblasti.



Sl. 32. Klimatski pojasevi i klimatske oblasti Azije prema Alisovu
I — granica klimat. pojaseva
II — granica klimat. oblasti

Klimatske karakteristike pojedinih pojaseva odnosno oblasti su sledeće:

I. *Pojas ekvatorskog vazduha.* — Ovaj pojas obuhvata samo jednu klimatsku oblast — ***južnoindijšku,*** koja zahvata krajnje južne delove Azije.

1. *Južnoindijska klimatska oblast* zahvata južni deo Cejlona i Malajskog poluostrva, a takođe i ostrva Sumatru, Borneo, Javu i Celebes. Žarko i vlažno vreme sa obiljem padavina preovlađuje preko cele godine u ovoj oblasti. Godišnje temperaturno kolebanje je malo — od 2 do 3°, što je karakteristika ekvatorskih predela, koji su još opkoljeni vodom. Najhladniji mesec januar u Singapuru ima srednju temperaturu vazduha 25,7°, a najtopliji maj 28,5°. Prema tome, srednje godišnje temperaturno kolebanje je 2,8°. Vlažnost vazduha je velika preko cele godine — srednje mesečne vrednosti su od 81 do 85%. Godišnja suma padavina je u Singapuru oko 2350 mm.

II. *Pojas ekvatorskih monsuna.* — Granica ekvatorskih monsuna u Aziji se prostire daleko na sever — u Indiji do 25—27° s. š. Ovaj pojas se deli na dve klimatske oblasti: *indijsku* i *indokinesku.*

2. U ***indijskoj klimatskoj oblasti*** zimi preovlađuje kontinentalni tropski vazduh koji se obrazovao nad Hindustanom, odnosno južnim padinama Himalaja. Vazduh iznad Hindustana se obrazuje u mestu od vazdušnih masa koje se spuštaju sa visine kao antipasati. Zato je taj vazduh topao i suv. Kontinentalni vazduh umerenih širina ne može da prodre u Hindustan zimi zbog visokih planina koje se nalaze u severnom delu ove

oblasti. U toku leta u ovu oblast prodiru ekvatorijalni monsuni koji donose vlažne mase sa okeana. Pri dolasku ovog vazduha oblačnost i padavine brzo rastu, vreme postaje zaparno i zagušljivo sa čestim obilnim pljuskovima.

Opšta klimatska karakteristika u ovoj oblasti je sledeća: suva i topla zima, suvo i žarko proleće, kišno leto i topla suva jesen. Najviša temperatura je na kraju proleća. U centralnoj Indiji je najtopliji mesec maj sa srednjom temperaturom 34,5°.

Ekvatorijalni monsuni su najjači od juna do avgusta, pa je u tom periodu najveća i količina padavina. Visina padavina veoma mnogo zavisi od reljefa i ekspozicije. Na zapadnim padinama Zapadnih Gata (zapadna obala Indijskog poluostrva) padne u nekim mestima 5000—6000 mm godišnje, a na istoku od ovih planina padne 1000 mm. Osobito mnogo kiše padne u Asami i na južnim padinama Istočnih Himalaja gde u mestu Čerapunji padne godišnje oko 11000 mm (vidi čl. 16).

3. U *indokineskoj klimatskoj oblasti* zimi takođe preovlađuje vedro i suvo vreme, a leti tmurno i kišno. Ipak zima je u ovoj oblasti nešto hladnija nego u indijskoj oblasti. Temperatura vazduha u južnoj Kini i istočnim predelima Indokine zimi naglo opada od juga prema severu. Ovo dolazi usled toga, što kontinentalni vazduh umerenih širina, koji se obrazovao u anticiklonu nad istočnom Kinom, može zimi da prodre u južni deo Kine i istočni deo Indokine, koji su donekle otvoreni prema severu, te je tako omogućen upad ovim vazdušnim masama.

III. *Pojas tropskog vazduha.* — Pojas tropskog vazduha zahvata jugozapadni deo Azije, tj. Arabijsko poluostrvo i južne delove Iraka i Irana, odnosno delove pored Persijskog zaliva i Arabijskog mora. Ovaj pojas ima samo jednu klimatsku oblast — *arabijsku*, koja je na slici 32. obeležena sa 4.

4. U *arabijskoj klimatskoj oblasti* preko cele godine preovlađuje kontinetalni tropski vazduh, koji svoje osobine dobija iznad prostranog Arabijskog poluostrva. Taj vazduh je veoma suv i samo na obalama Persijskog zaliva, Arabijskog i Crvenog mora on je znatno vlažan u nižim slojevima. Ipak je u ovoj oblasti suvoća vazduha nešto manja i temperatura vazduha leti nešto niža nego u Sahari.

Vazdušne depresije se u ovoj oblasti veoma retko pojavljuju. Padavina ima samo od 60 do 225 mm godišnje. Srednja temperatura jula je do 30°, a u južnom delu Iraka dostiže i do 35°. Srednja temperatura januara je u južnom delu oblasti 15—20°, a u severnom delu 10—15°.

IV. *Suptropski klimatski pojas.* — Ovaj pojas se pruža preko cele Azije od Sredozemnog mora do Istočno-Kineskog mora. To je pretežno pojas visokih planina u Aziji. Suptropski pojas se deli na pet klimatskih oblasti: *sredozemnomorsku, iransku, planinsku, centralnoazijsku* i *monsunsku.*

5. *Sredozemnomorska klimatska oblast* se nalazi između Sredozemnog mora, Crnog mora i Kaspijskog mora. Ova oblast ima u klimatskom pogledu zajedničkih crta sa sredozemnomorskom oblašću u zapadnoj Evropi. U primorju Male Azije, usled aktivnosti mediteranske depresije, zime su kišne, a temperature vazduha dosta kolebaju. Pri znatnom padu temperature ponekad padne i sneg. Srednja mesečna temperatura januara u nizinama je uopšte viša od 0°; u pojedinim mestima koleba od 0 do 5°, a u Palestini januarska temperatura dostiže i 10°. Prema Bielu (68) srednja mesečna temperatura januara je u: Carigradu 5,2°, Ankari —0,6°, Haifi 13,9° i Jerusalimu 6,9°.

U letnjim mesecima iznad ove oblasti preovlađuje uticaj azorskog anticiklona, koji uslovljava suvo i dosta toplo vreme. Srednja temperatura jula ili avgusta je 23—28°. Tako je npr. srednja temperatura u avgustu u Carigradu 23,6°, u Ankari 22,9°, u Haifi 28,3° i u Jerusalimu 22,8°.

Godišnja suma padavina zavisi dosta od reljefa zemljišta i udaljenosti od obale Sredozemnog mora. Ona se smanjuje sa udaljenjem od obale. Prosečna visina padavina iznosi 400—700 mm. Prema Bielu u Carigradu padne godišnje 733 mm, u Ankari 237 mm, u Haifi 679 mm i u Jerusalimu 661 mm.

6. *Iranska klimatska oblast* obuhvata visiju čija je nadmorska visina između 1200 i 1800 metara. U ovoj oblasti je žarko i veoma suvo leto, a prohladna zima sa malo padavina. Ciklonska aktivnost je razvijena zimi u južnim predelima visije na iranskom delu polarnog fronta, a u proleće se ova aktivnost pomera na sever. Zato je zimi maksimum padavina u južnim predelima, a u proleće u severnim.

Srednja temperatura je u januaru u Teheranu 1°. Međutim, pri prodoru hladnih vazdušnih masa sa severa, temperatura zimi može spasti i do —20°, te tako nastanu jaki mrazevi sa obilnim padanjem snega. Zima je toplija u južnim predelima visije. Srednja temperatura jula je u Teheranu 29,5°, a u južnim predelima dostiže i do 32°. Padavina ima malo na Iranskoj visiji; godišnja suma je 130—300 mm.

7. *Visokoplaninska klimatska oblast* obuhvata predele čija je nadmorska visina veća od 3000 metara. U ovu klimatsku oblast spadaju: Hindukuš, Pamir, planine centralne Azije i Tibetska visija.

U ovim predelima preovlađuje azijski kontinentalni vazduh umerenih širina. Klima je u ovoj oblasti raznolika, ali su opšte karakteristike u velikoj suvoći vazduha. U istočnim predelima ove oblasti kiša pada prvenstveno leti, što je u vezi sa letnjim monsunom. Leto je prohladno sa srednjom mesečnom temperaturom 15—17°. Apsolutna vlaga vazduha je mala.

Dosta oštra i suva kontinentalna klima vlada u Tibetskoj visiji. Sneg malo pada, ali su jaki vetrovi. Temperatura se zimi spusti u pojedinim danima i do —35°. Na Tibetu je leto hladno i tmurno, sa povremenim mrazevima kada se temperatura spušta i do —10° i niže. Padavina ima najviše leti. Vetar je veoma jak.

U južnom Tibetu su klimatski uslovi drugačiji. Srednja temperatura juna je oko 17°, a januara oko 0°. Relativna vlažnost vazduha je mala, ali je najveća leti a najmanja zimi. Padavine su monsunskog karaktera, a najviše ih ima leti. Godišnja visina padavina je veoma promenljiva; npr. u mestu Lhasa je palo 1936. godine 5035 mm, a u 1937. godine samo 373 mm.

8. *Centralnoazijska klimatska oblast* zahvata veliko prostranstvo od istočnih padina Pamira preko Tian-Šana i Pustinje Gobi do Veilkog Hingana. To je oblast koja se zimi nalazi pod azijskim anticiklonom, te stoga u njoj vlada vedro i hladno vreme u ovo doba godine.

U toku leta iznad ove oblasti se obrazuje depresija usled jakog zagrevanja zemljine površine, a ta depresija povećava padavine. Temperaturni odnosi zavise mnogo od oblika reljefa i nadmorske visine. Ipak su u nekim predelima leta dosta topla. Tako npr. u mestu Kašgaru istočno od Pamira na nadmorskoj visini 1230 metara, srednja temperatura jula je 27,5°, a januara —6,8°. Padavina ima oko 100 mm godišnje. U istočnim

predelima ove oblasti leto je takođe žarko, ali padavina ima više. U mestu Sianu u provinciji Šensi srednja temperatura juna je 28,5° a januara —0,5°, dok je godišnja suma padavina oko 500 mm.

Klima ima u ovoj oblasti uglavnom kontinentalni karakter.

9. *Monsunska suptropska klimatska oblast* obuhvata suptropske predele na krajnjem istoku Azije, tj. severnu i istočnu provinciju Kine, Koreje i južnu polovinu Japana. Zimi u ovoj oblasti preovlađuju monsuni sa kopna, koji donose kontinentalni vazduh sa umerenih širina. Ova strujanja uslovljavaju zimi dosta niske temperature za dotične geografske širine i blizinu mora i okeana. Srednja temperatura vazduha je u januaru u Pekingu i Seulu —4,5°. U provinciji reke Jangcekjang zima je toplija. U Hankou je srednja temperatura januara 3,0°. U Japanu je zima topla. U Tokiju srednja temperatura januara je 3°, dok u južnom delu Nagasaki oko 6°.

U severnoj Kini zimi vlada velika suša. U Pekingu od decembra do februara padne svega 10 mm, dok za isti period u provinciji reke Jangcekjang padne 25 mm i više.

U toku leta monsun duva sa okeana na kopno i donosi vlažni tropski vazduh, koji je prethodno kružio po zapadnoj periferiji tihookeanskog anticiklona. Inače iznad same monsunske oblasti leti se razvija ciklonska aktivnost, koja je u vezi sa polarnim frontom. Usled toga leti pada dosta padavina i vlažnost vazduha je velika. Srednja temperatura jula je u Pekingu 26,5°, a u Seulu i Tokiju 25,5°. Temperatura vazduha je u julu još viša u provinciji reke Jangcekjang i u južnom Japanu. U Honkou je srednja temperatura jula 29,8°, a u Nankingu 27,7°, dok je u Nagasaki 26,8°.

Godišnja visina padavina u Pekingu je 640 mm, u Seulu i Honkou oko 1260 mm, i u Tokiju 1500 mm.

Na Japanskim ostrvima ima često jakih olujnih vetrova tzv. *tajfuna*, naročito krajem leta i početkom jeseni.

V. *Umereni klimatski pojas.* — U umerenom klimatskom pojasu Azije (sa izuzetkom SSSR) postoje dve klimatske oblasti: *kontinentalna centralna* i *monsunska* oblast.

10. *Kontinentalna centralna azijska klimatska oblast* obuhvata Mongoliju. U toku cele godine u ovoj oblasti se vrši obrazovanje kontinentalnog vazduha umerenih širina. Centar azijskog anticiklona nalazi se zimi iznad ove oblasti. Usled toga je vreme vedro i hladno sa izrazitim tišinama u dolinama i kotlinama. Leti iznad Mongolije vlada vazdušna depresija, kroz čiji južni deo prolazi grana istočnoazijskog polarnog fronta. Zato se visina padavina leti povećava. Temperaturni odnosi zavise od oblika terena i nadmorske visine. Na visinskim platoima, bez obzira na nadmorsku visinu, leti je vreme toplo.

Uopšte u Mongoliji vlada kontinentalna klima. Ta kontinentalnost je uslovljena geografskim položajem ove oblasti i dosta velikom nadmorskom visinom. Sem toga, na njenoj istočnoj periferiji nalaze se planinski lanci koji sprečavaju dolazak vazduha sa okeana. Prema tome, klima Mongolije karakteriše se surovom i dugom zimom i toplim ali kratkim letom. Noćni mrazevi se pojavljuju već krajem avgusta. Temperatura vazduha može leti da poraste do 38° a zimi da spadne do —45°. Srednja temperatura je u Ulan Batoru u januaru —24° a u julu 17°. Godišnja visina padavina u Mongoliji je oko 100 mm. Snežni pokrivač se zimi skoro i ne obrazuje usled male količine padavina. Zemljište je zamrznuto do veće dubine.

11. *Monsunska klimatska oblast* obuhvata Mandžuriju i severnu polovinu Japana. Hladan vazduh iz istočnog Sibira dolazi zimi u ovu oblast u vidu monsunskog strujanja. Ovaj vazduh prethodno struji po istočnoj periferiji azijskog anticiklona. Zato su zime u ovoj oblasti veoma hladne i suve. Brzina vetra je velika, za razliku od prethodne oblasti u kojoj su vetrovi zimi slabi, zbog središta anticiklona. Srednja temperatura januara je u Mandžuriji od —14 do —20°. U severnom delu Japana zima je toplija. Srednja temperatura januara je od 0 do —6°.

U toku leta se iznad ove oblasti razvija ciklonska aktivnost na tihookeanskom polarnom frontu. Vazduh koji u vidu monsuna dolazi sa mora na kopno naglo povećava vlažnost, oblačnost i padavine. Ali se morski vazduh na kopnu dosta brzo zagreva, pa je zato srednja temperatura jula u Mandžuriji 22 do 24,5°. Na ostrvu Hokaidu i u severnom delu ostrva Honshu leto je prohladno. Srednja temperatura najtoplijeg meseca je 20—23°. Godišnja suma padavina je u Mandžuriji od 350 do 650 mm, a u severnom delu Japana od 1000 mm i više.

53. KLIMA SSSR

Sovjetski Savez zahvata teritoriju koja leži na severnoj polovini umerenog pojasa, izuzev krajnjih severnih delova i ostrva u Polarnom bazenu, severnije od stožernika. Južni delovi SSSR — Zakavkazje i južne pokrajine srednje Azije nalazi se u suptropskom pojasu.

S obzirom na veliku rasprostranjenost od juga prema severu, postoji i velika razlika u iznosu primljene količine zračne energije između južnih i severnih predela SSSR. Ovo uslovljava i veću razliku ostalih klimatskih elemenata između južnih i severnih predela. Veći značaj za klimu SSSR ima udaljenost pojedinih predela od obala Atlantskog okeana. Stepen kontinentalnosti klime u pojedinim predelima zavisi od njihovog udaljenja od Atlantskog okeana.

Najveći uticaj na klimu SSSR ima podloga, tj. površina zemljišta iznad koje vazdušne mase dobijaju svoje fizičke osobine. Kako je površina zemljišta dosta raznorodna, to se ova raznorodnost odražava i na klimatske osobine. Najzad, na klimu SSSR ima veoma veliki uticaj atmosferska cirkulacija iznad velikog dela zemljine površine.

Usled dejstva ovako raznih faktora na teritoriji SSSR se obrazuju i raznolike vrste klime — od hladne arktičke klime na krajnjem severu — do suptropske klime u Zakavkazju na jugu srednje Azije.

Na teritoriji SSSR postoje veoma pogodni uslovi za transformaciju vazdušnih masa, koje dolaze sa Atlantskog okeana ili iz arktičkih predela. Ovaj vazduh se transformiše u kontinentalni vazduh umerenih širina, i on kao takav na velikom delu teritorije važi kao preovlađujuća vazdušna masa u toku cele godine. Uticaj vazduha sa Atlantskog okeana najviše se oseća u zapadnim predelima SSSR, gde on izaziva povišenje temperature, smanjenje godišnje amplitude temperature i povećanje padavina. Ukoliko se ide dalje na istok, atlantski vazduh se sve jače transformiše u kontinentalni, a usled toga se povećava godišnje temperaturno kolebanje i smanjuje visina padavina.

Dosta često na teritoriji SSSR prodiru i hladne vazdušne mase iz arktičkih predela, koje preplave srednji deo zemlje, a ponekad prodru i u južne krajeve.

RASPORED KLIMATSKIH ELEMENATA U SSSR

53.1 KLIMA EVROPSKOG DELA SSSR

Zimi. — Nizak vazdušni pritisak vlada nad severnim, a visok nad južnim predelima evropskog dela SSSR. Depresija na severu je u stvari sastavni deo islandske depresije, koja na kopno donosi relativno topli vazduh sa Atlantskog okeana. Vazdušno strujanje sa okeana je dosta stabilno. Međutim, visok vazdušni pritisak na jugu je u vezi sa azijskim anticiklonom. U tom klinu azijskog anticiklona pritiče hladni i suvi vazduh iz zapadnog Sibira i Kazahstana u južne predele evropskog dela SSSR.

Pri susretu relativno toplog atlantskog vazduha sa arktičkim vazduhom u severnim predelima ili sa hladnim kontinentalnim vazduhom u južnim predelima razvija se ciklonska aktivnost, koja izaziva stvaranje oblačnosti i padavina. Ciklonska aktivnost zahvata zimi najčešće zapadne i severne predele, a ređe jugoistočne.

Temperatura vazduha ne opada zimi toliko od juga prema severu koliko od zapada prema istoku. Na jugu evropskog dela SSSR, u klinu azijskog anticiklona, preovlađuje strujanje kontinentalnog vazduha. Najniža srednja mesečna temperatura januara je na severoistoku evropskog dela SSSR u dolini reke Pečora — ispred Severnog Urala — gde iznosi —18 do —20°. U pravcu prema jugozapadu temperatura raste, tako da je u Moskvi u januaru —10°, u Kijevu —6°, na Jalti 4°, u Batumu 6° i u Bakuu 3,4°.

Na južnoj obali Krima a takođe i na Crnomorskoj obali Kavkaza najveća količina padavina padne zimi a najmanja leti. U Zakavkazju najviše padavina takođe padne zimi. To isto važi i za predele u srednjoj Aziji.

Leti. — Visok vazdušni pritisak vlada nad južnom teritorijom evropskog dela SSSR. To je u stvari ogranak azorskog anticiklona. Na severnoj periferiji tog ogranka struji vazduh sa Atlantskog okeana na kopno, koji se brzo transformiše u vazduh kontinentalnog tipa. Severni delovi evropskog SSSR se nalaze tada u pojasu nešto nižeg vazdušnog pritiska. To je pojas koji se nalazi između oblasti arktičkog visokog pritiska i klina azorskog anticiklona. Usled ovakve raspodele vazdušnog pritiska arktički vazduh struji sa severa prema ovom pojasu nižeg pritiska, koji se pri kretanju zagreva i postaje vlažniji. Pri susretu raznorodnih vazdušnih masa razvija se nad evropskim delom SSSR ciklonska aktivnost za koju su vezane frontalne padavine.

Srednja temperatura vazduha je u mesecu julu: oko 10° na obali Barencovog mora, u Moskvi 18°, u Kijevu 19°, na Jalti 24° i u Bakuu 25° Godišnja amplituda temperature se povećava od zapada na istok. Na zapadnom delu evropske teritorije godišnja amplituda je 23—25°, a na južnoj obali Krima i na Crnomorskom primorju Kavkaza godišnja amplituda je 18—20°.

Na visinu padavina ima uticaja u evropskom delu SSSR ne samo apsolutna i relativna vlažnost vazduha već i jačina ciklonske aktivnosti, kao i oblik reljefa. Najveća količina padavina u SSSR uopšte padne na zapadnim i jugozapadnim padinama Kavkaza. U planinama Krima padne godišnje do 1000 mm, a na Kavkazu oko 1500 mm i više. U Batumu padne do 2500 mm, a u predelu Lenkorani padne godišnje do 1250 mm. U ravničarskim predelima najviše padne u Pribaltiku i zapadnoj Ukrajini. U

basenima reka Berezine i Pripjati padne godišnje 650—700 mm. Prema istoku a osobito jugoistoku količina padavina se smanjuje i u dolini reke Volge padne godišnje oko 200—250 mm.

53.2 KLIMA AZIJSKOG DELA SSSR

Zimi. — Anticiklon se zimi nalazi nad azijskom teritorijom SSSR. Vreme je tada mirno i vedro naročito ako je anticiklon stabilan. Ovaj anticiklon zahvata Sibir, srednju Aziju i znatan deo Dalekog istoka. Ciklonska aktivnost je razvijena samo u severnim delovima Sibira i na jugu srednje Azije. Cikloni retko prodiru u srednje sibirsko planinsko područje. Na Dalekom istoku, gde preovlađuje sibirski anticklon, duvaju hladni severozapadni vetrovi kao zimski monsuni i podržavaju vedro, hladno i suvo vreme.

Kao najhladniji mesec je na kopnu januar a na morskim obalama i okeanima februar. Najniža temperatura je u januaru na severoistoku Sibira, gde je u oblasti Verhojanska srednja mesečna —50°, a u Ojmjakonu —55,7° (prema podacima za jednu godinu). Od tog hladnog pojasa temperatura se povišava u svim pravcima a naročito prema morskoj obali. Srednja temperatura januara na obalama Beringovog i Ohockog mora iznosi —18 do —22°, a na južnoj obali Kamčatke oko —10°. Na obali Japanskog mora u predelu Vladivostoka srednja temperatura januara je —10 do —14°. U severnom delu srednje Azije srednja temperatura januara je —14 do —16°. Temperatura raste prema jugu i u južnim predelima srednje Azije iznosi u januaru oko 3°

Ovde će se prikazati srednje temperature januara za još neka mesta u Sibiru i na Dalekom istoku. Tako su srednje temperature: u Bezovu —24°, u Surgutu —22°, u Novosibirskom —19°, u Jakutsku —44°, a na Dalekom istoku u Habarovskom (u dolini reke Amur) srednja temperatura januara je —23°.

Relativna vlažnost vazduha je velika zimi na celoj teritoriji. Uzroci zasićenog vazduha uglavnom dolaze od snežnog pokrivača i niske temperature vazduha.

Količina zimskih padavina je manja od količine letnjih padavina. Kao jedan od najvažnijih vremenskih procesa zimi jeste obrazovanje snežnog pokrivača. Visina padavina je zimi na velikom delu zapadnog Sibira i u Turanskoj niziji za 1,5 puta manja nego u srednjem pojasu evropskog dela SSSR. Snežni pokrivač na severu i zapadu Sibira je dosta veliki, a prema stepskoj zoni se smanjuje, tako da je u srednjoj Aziji veoma mali. U srednjoj Aziji snežni pokrivač se nekoliko puta istopi preko zime i padne novi sneg, dok u zapadnom Sibiru sneg leži neprekidno do kraja marta. Neprekidna dužina snežnog pokrivača je u severnoj polovini Sibira više od 6 meseci.

Visina padavina je zimi u Jakutsku i Zabajkalu mala, a u vezi sa tim je mali i snežni pokrivač, bez obzira na veliku dužinu njegovog ležanja na zemlji. Usled jakih i suvih zima u istočnom Sibiru sa malo snega postoje oblasti sa večitim mrazom.

Leti. — Vazdušni pritisak je leti iznad celog azijskog dela SSSR nešto niži od normalnog. Prema ovom nižem pritisku pritiče vazduh prvenstveno arktičkog porekla. Taj se vazduh zagreva nad kopnom i postaje vlažniji usled pojačanog isparavanja sa zemljine površine. Ali ukoliko se arktički vazduh dalje kreće na jug utoliko se sve manje dopunjava vla-

gom. S obzirom da temperatura ovog vazduha dosta naglo raste pri njegovom kretanju na jug, to mu relativna vlažnost počne dosta naglo da opada. Vazdušne mase koje dolaze sa zapada u azijski deo SSSR, i koje imaju višu temperaturu od arktičkog vazduha, transformišu se još brže.

Usled intenzivne transformacije vazdušnih masa u toku leta, južni i jugozapadni predeli azijskog dela SSSR su sušni i imaju visoku temperaturu vazduha. Kiše padne leti dosta dovoljno u zapadnom Sibiru, ali u Turanskoj niziji leto je veoma suvo.

Na istočnoj primorskoj obali SSSR leti je takođe razvijena ciklonska aktivnost. Vazdušne mase struje tada sa okeana na kopno kao jugoistočni letnji monsun Dalekog istoka. Velika oblačnost i padavine a takođe i vlažan vazduh, koji dolazi sa mora, donekle snižavaju temperaturu i povišavaju relativnu vlažnost vazduha.

Temperatura je leti niža u zapadnom Sibiru i severnom Kazahstanu nego na istočnoj polovini evropskog dela SSSR. Temperatura je leti dosta visoka u Jakuti i Zabajkalu. Leta su kratka ali veoma topla u Jakutsku. Suvo leto i mala oblačnost u jugozapadnim oblastima azijske teritorije SSSR još više utiču na porast temperature. Tako je u srednjoj Aziji u toku leta i najjača suša i najviša temperatura u celom SSSR.

Morski vetrovi na Dalekom istoku donose vlagu ne samo u primorskim predelima već i dublje u unutrašnjosti. Najveća vlažnost vazduha u ovim predelima je u julu kada je monsunsko strujanje najjače.

Srednja temperatura jula je u Brezovu u Sibiru 16⁰, u Surgutu 17⁰, u Novosibirskom 19, u Jakutsku 19⁰, u Verhojansku 15⁰ i na dalekom istoku u Habarovskom 20⁰. Godišnja amplituda srednjih mesečnih temperatura je u zapadnom Sibiru 40—45⁰, u istočnom Sibiru 45—55⁰, a u predelu Verhojanska 60—65⁰. Na primorju Ohotskog mora godišnja amplituda se smanjuje do oko 30—35⁰, a u predelu Vladivostoka je 28—30⁰.

Godišnja visina padavina u azijskoj tundri je manja od 250—300 mm. U centralnim predelima zapadnog Sibira padavina ima do 500 mm godišnje. U Pribajkalu visina padavina se smanjuje do 350—400 mm godišnje. U srednjoj Aziji padne manje od 250 mm, a u centralnim predelima i u donjem toku reke Amu-Darja-u Turanskoj niziji — padne manje padavina od 100 mm godišnje. Najmanje padavina ima u istočnom Pamiru u kotlini jezera Kara-kuli. Ovde padne svega 27 mm godišnje. Ovo dolazi usled toga, što je ova kotlina opkoljena visokim planinama koje sprečavaju priliv vlažnih vazdušnih masa u nju. Više padavina ima u planinskim predelima, naročito na padinama koje su izložene toplim i vlažnim vetrovima. Tako je npr. u Srednjem Uralu godišnja visina padavina do 600 mm, a u planinama Altaja do 900 mm. Na obali Kamčatke padne godišnje 700—800 mm, dok u primorju Japanskog mora padne do 700 mm.

54. KLIMA AFRIKE

Afrika se nalazi na obe polulopte zemljine površine. Ona se prostire između 37⁰20' s. š. i 34⁰51' j. š. Deo Afrike na severnoj polulopti je dva puta veći od dela na južnoj polulopti. Sem toga, severni deo je veoma proširen u pravcu uporednika, dok je južni sužen. Usled toga veća površina kopna na severnoj polulopti uvećava i stepen kontinentalnosti klime u odnosu na južni deo Afrike.

Na perifernim delovima Afrike nalaze se planine koje sprečavaju vazdušna strujanja sa okeana na kontinent. To su: Visoki i Mali Atlas na severu pored Sredozemnog mora, Druple, Kamerunske planine, Bundži, Loviti i druge visije pored Atlantskog okeana. Prema Indijskom okeanu se nalazi Kilimandžaro i druge planine.

U Africi se nalaze i velike pustinje kao što su: Sahara, Kalahari i druge. Sem toga, obalu Afrike zapljuskuju hladne i tople okeanske struje i to: hladne pored zapadne obale — Kanarska na severnoj polulopti i Benguela na južnoj — i tople struje pored istočne obale — Mozambička i Maskarenska.

Oblik reljefa u Sahari, usled jake erozije i odsustva vegetacije, ima specijalan karakter. Planine su strme, ispresecane, gole i imaju divlji izgled.

Najzad, kao što je poznato, sunce je dva puta u zenitu preko godine iznad svakog mesta u Africi od jednog do drugog povratnika, a iznad samih povratnika po jednom. Usled toga oblasti koje se najviše zagrevaju i imaju sniženi vazdušni pritisak nisu uvek na istim geografskim širinama, već na različitim prema zenitalnom stanju sunca.

Svi napred izneti faktori imaju velikog uticaja na obrazovanje klime u Africi. Oblik kontinenta i konfiguracija zemljišta uslovljavaju znatne klimatske razlike između proširenog severnog dela i suženog južnog dela Afrike.

Afrika se nalazi potpuno u području tropske i suptropske vazdušne cirkulacije. Nizak vazdušni pritisak je leti iznad predela severnog povratnika, gde je sunce u zenitu i gde je najintenzivnije zagrevanje. Usled toga jugoistočni pasat sa južne polulopte prodire leti preko ekvatora dalje prema severu na severnoj polulopti do oko 18⁰ s. š. Prelaskom ovog pasata preko ekvatora on se transformiše u ekvatorski vlažan vazduh i kao takav struji prema severnom povratniku. Ovaj vlažan ekvatorski vazduh se sukobljava u oblasti povratnika sa toplim i suvim vazduhom severoistočnog pasata. Na graničnoj površini između ova dva vazduha se obrazuje *tropski front.*

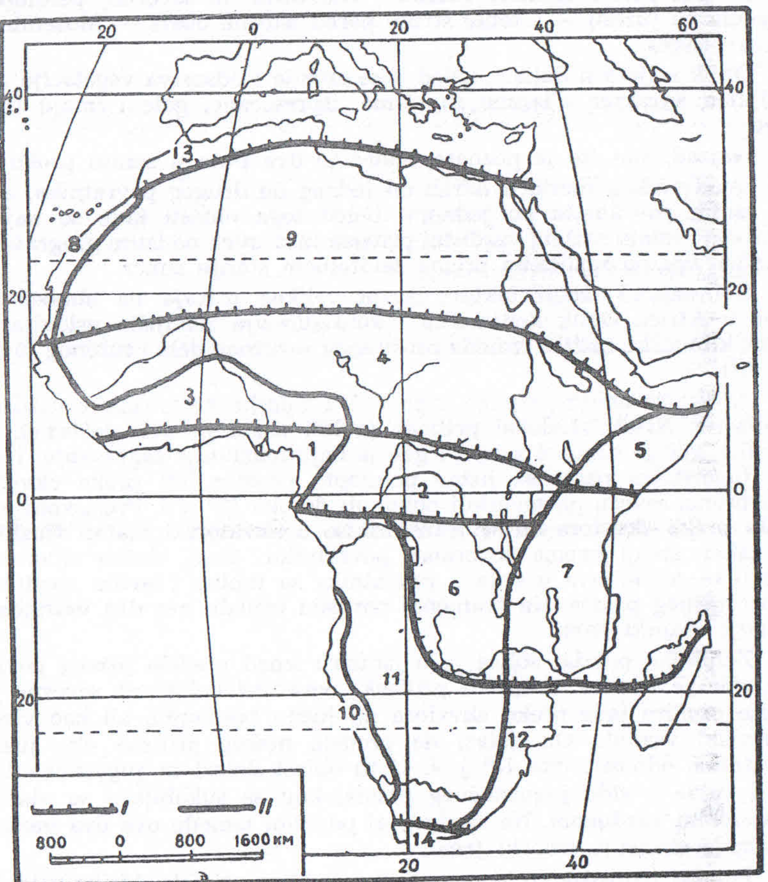
Zenitalan položaj sunca je u januaru iznad predela južnog povratnika, gde je i nizak vazdušni pritisak. Severoistočni pasat severne polulopte prodire tada preko ekvatora na južnu poluloptu, ali kao vlažan ekvatorski vazduh. On dolazi do predela niskog pritiska oko južnog povratnika, odnosno oko 18⁰ j. š. U tu oblast dolazi sa jugoistoka topli i suvi vetar u vidu jugoistočnog pasata, koji se sukobljava sa vlažnim ekvatorskim vazduhom. Na razdvojnoj površini između ova dva vazduha se takođe obrazuje *tropski front.*

Položaj tropskog fronta iznad ekvatorskog predela Afrike nije stalan; on je u martu iznad samog ekvatora, u junu iznad severnog povratnika, u septembru ponovo iznad ekvatora i u januaru iznad oblasti južnog povratnika. Sa pomeranjem ovog fronta od jednog povratnika do drugog vezane su i sezonske maksimalne padavine.

Raspored vetrova u predelima zapadne Afrike je nešto drugačiji. Usled toga što je kontinent na severnoj polulopti u tropskim širinama jako raširen od zapada na istok, to se on u blizini ekvatora preko zime jače zagreva od okeana južnije od Zlatne obale i ušća Nigra. Usled toga iznad okeana kod Gvinejskog zaliva vlada viši vazdušni pritisak nego u primorskim predelima kopna. S obzirom na ovakav raspored vazdušnog

pritiska u ovim predelima duvaju u januaru vetrovi sa okeana na kopno, a ovi vetrovi imaju pretežno južni pravac. Zapadna obala Afrike od ekvatora pa na jug nalazi se u januaru takođe pod uticajem južnih vetrova koji su posledica atlantskog anticiklona.

Na istočnoj obali južne Afrike preovlađuju vetrovi sa istoka i jugoistoka koji dolaze iz oblasti indijskog anticiklona. U istočnom delu kontinenta ovi vetrovi dostižu u vidu ekvatorskog monsuna do oko 10° s. š.



Sl. 33. Klimatski pojasevi i klimatske oblasti u Africi prema Alisovu
I — granica klimat. pojaseva
II — granica klimat. oblasti

Prema Alisovu Afrika je podeljena na sedam klimatskih pojaseva, a pojasevi su izdeljeni na po nekoliko klimatskih oblasti. Ta podela je prikazana na slici 33.

I. *Pojas ekvatorskog vazduha.* — Ovaj pojas se nalazi oko ekvatora i zahvata od 4 do 5° s. š. i od 4 do 5° j. š. U ovom pojasu preko cele godine vlada žarko i vlažno vreme. Godišnja amplituda temperature je mala a dnevna velika. Srednje mesečne temperature kolebaju između

25 i 28°. U ovom pojasu je velika vlažnost vazduha, velika oblačnost i ima dosta padavina. Padavine su u vidu pljuskova i nepogoda zbog jakog konvektivnog strujanja vazduha. Godišnja suma padavina u pojedinim delovima ovog pojasa jako se razlikuje. Najviše padavina padne na zapadnim i jugozapadnim navetrenim stranama Kamerunskih planina — do 10000 mm. Najmanje padavina padne na niskoj severnoj obali Gvinejskog zaliva — manje od 1000 mm — gde je pravac pasata skoro paralelan sa obalom. Tako u Akri i Lome padne godišnje manje od 750 mm. Relativna vlažnost vazduha je u srednjoj godišnjoj vrednosti 80—85%.

U zavisnosti od prodora vazdušnih masa pojas ekvatorskog vazduha može se podeliti na dve klimatske oblasti: *atlantsku* i *kontinentalnu*.

1. *Atlantska klimatska oblast* obuhvata obalu Gvinejskog zaliva i zapadni deo Kameruna. Ovde se ekvatorski vazduh obrazuje samo od vazduha jugoistočnog pasata. Severoistočni pasat ne duva ovde zimi iz razloga što je u to vreme viši vazdušni pritisak iznad okeana kod Gvinejskog zaliva nego iznad primorskih predela, tj. iznad južnog Sudana i Nigerije. U toku cele godine ovde preovlađuju zapadni i jugozapadni vetrovi.

Maksimum padavina je u zimskim mesecima a minimum leti na zapadnoj obali Gvinejskog zaliva u blizini ekvatora na severnoj polulopti. Ovo nastupa što zimi ovde duvaju vetrovi iz jugozapadnog pravca sa Atlantskog okeana.

2. *Kontinentalna klimatska oblast* obuhvata predele Konga. Tu se obrazovanje kontinentalnog ekvatorskog vazduha vrši iz vazduha koji dolazi u ekvatorsku oblast kao severoistočni pasat i jugoistočni pasat. Ova dva pasatska vetra se ovde smenjuju po godišnjim dobima.

U bazenu reke Konga u ekvatorskom pojasu padne godišnje od 1000 do 2000 mm padavina, koje su nejednako raspoređene u toku godine. Postoje u stvari dva maksimuma padavina — jedan u početku a drugi krajem leta — koji su uslovljeni prolaskom sunca kroz zenit, i dva minimuma u zimskom periodu. Suvi period zimi može da potraje duže, tako da nekada u toku 2—3 meseca srednja mesečna suma padavina ne pređe 5 mm, a u izvesnim godinama ne padne ni kapi.

II. i III. *Pojas ekvatorskih monsuna.* — Pojas ekvatorskih monsuna nalazi se kako na severnoj tako i na južnoj polulopti. Severna granica ovog pojasa na severnoj polulopti je oko 17—18° s. š. Ovo važi za zapadni i srednji deo. Međutim, na istoku na Somalskom poluostrvu ova se granica spušta do oko 10° s. š. Na južnoj polulopti pojas ekvatorskog monsuna postoji samo u istočnom delu kopna, gde njegova granica dostiže oko 17—19° j. š. Ovaj tip klimata postoji u zapadnom delu Afrike na južnoj polulopti, jer tropski front leži severnije od Gvinejskog zaliva, i vazduh leti ne prelazi sa severne na južnu poluloptu.

U pojasu ekvatorskih monsuna se javljaju karakteristični kišni i sušni periodi. S obzirom na veliku raznoobraznost fizičko-geografskih osobina klima pojedinih delova ovoga pojasa u Africi se dosta razlikuje među sobom.

Pojas ekvatorskih monsuna na severnoj polulopti deli se na tri klimatske oblasti: *atlantsku, kontinentalnu* i *indijsku*. Na južnoj polulopti ovaj pojas se deli na dve klimatske oblasti: *kontinentalnu* i *indijsku*.

3. *Atlantska* i 4. *Kontinentalna klimatska oblast* na severnoj polulopti zahvataju Senegal, Sudan i zapadni deo Etiopije. Letnji monsun duva u ovim oblastima sa jugozapada; posle njegove smene sa severoistočnim pasatom nastane sušni period, koji na većem delu teritorije traje od novembra do aprila. Visina padavina je, prema dugogodišnjim podacima, u Timbuktu ravna 0 mm. Ovo isto važi i za Kartum.

Godišnji tok temperature je dosta izražen u ovim oblastima, jer mestimično godišnja amplituda temperature iznosi 10°. Maksimalna temperatura je u proleće, i to u maju u Timbuktu 34,5° (zapadni deo), a takođe i u Kartumu 33,5° (istočni deo).

U ovim oblastima je i velika razlika relativne vlažnosti vazduha u toku godine. Zimi, kada duva severoistočni pasat, relativna vlažnost je oko 20%, a leti se poveća do 60%.

U pravcu prema severu u ovim oblastima se smanjuje snaga jugozapadnog monsuna, a u vezi sa tim se u pravcu od juga prema severu povišava temperatura vazduha u letnjim mesecima. Isto tako u ovom pravcu raste i dnevna amplituda temperature. U istom pravcu se skraćuje i dužina kišnog perioda i smanjuje visina padavina. Tako je u mestu Vau srednja godišnja temperatura 27,0°, a visina padavina 690 mm, dok je u Kartumu srednja godišnja temperatura 29,0°, a visina padavina 135 mm. Inače srednje mesečne temperature najtoplijeg meseca maja su u Vau 29,0°, a u Kartumu 33,5°. Visine padavina su u maju u Vau 60 mm, a u Kartumu 5 mm.

5. *Indijska klimatska oblast* severne polulopte obuhvata Somaliju, istočnu Etiopiju i severoistočnu Keniju. Klimatski uslovi su u ovoj oblasti raznoliki zbog veoma raznolikog reljefa. Do istočnih planina u Etiopiji i primorskih predela Crvenog mora monsuni sa južne polulopte često ne dospevaju. Kada monsuni ponekad stignu i pređu preko istočnih padina planina u Etiopiji onda oni imaju karakter fena i uslovljavaju vedro i žarko vreme. U vezi sa tim u primorskoj oblasti Crvenog mora u toku cele godine vlada veoma visoka temperatura (srednja godišnja temperatura je ovde najviša na svetu). Vlažnost vazduha je velika ali padavina ima malo. Klima toga predela je izvanredno teška za ljude. Radi boljeg uvida prikazuju se vrednosti temperature vazduha i visine padavina za Masauu na obali Crvenog mora.

Tablica 46. Srednja temperatura vazduha i visina padavina u mm u Masauu

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
			Masaua: 5° 37's.š. 39° 27'i.d., 9 m iznad mora										
Temp.	26,0	26,0	27,5	29,0	31,0	34,0	35,0	34,5	33,0	30,5	29,0	27,0	30,2
Padavine	40	20	10	10	10	0	0	5	5	10	30	40	180

Na Somaliji je vlažnost vazduha velika zbog monsuna sa Indijskog okeana, ali je padavina veoma malo. Osobito su suvi predeli na severnoj obali poluostrva. Tako u mestu Berbera padne godišnje 60 mm padavina. Na jugu poluostrva na obali Indijskog okeana u mestu Kismaju padne godišnje 400 mm.

6. *Kontinentalna* i 7. *Indijska oblast* južne polulopte zahvataju istočnu Afriku u koju spadaju: Kenija, Tanganjika, Rodezija, severni Mozambik i južni deo Konga. U ovim oblastima su velike visoravni sa nadmorskim visinama 1000 m i više. U severnim predelima uzdižu se vulkanski masivi Kilimandžara 6010 m i Vulkan Kenija 5195 m. Monsunska crta klime u ovoj oblasti nije jasno izražena. U kontinentalnoj oblasti klima je dosta suva. Visina padavina zavisi veoma mnogo od ekspozicije padina i visine iznad mora. Na Kilimandžaru padne godišnje više od 2000 mm, a na zapadnim padinama i u predelima jezera padne manje od 750 mm.

Na obali Indijskog okeana veliki uticaj na obrazovanje klime ima sezonsko premeštanje tropskog fronta u istočnom planinskom predelu Afrike. U vezi sa tim je maksimum padavina u maju i aprilu, a sekundarni maksimum u novembru.

Istočna Afrika zbog velike nadmorske visine ima prohladnu klimu. U planinama iznad 2000 m temperatura je često niža od 0°. Na najvišim vrhovima Kilimandžara, Kenije i Rodezije leži večni sneg.

IV. i V. *Tropski pojas.* — Tropski klimatski pojas nalazi se po jedan na severnoj i južnoj polulopti. Ovo su u stvari pojasevi tropskog vazduha. Severna granica tropskog klimatskog pojasa na severnoj polulopti određena je položajem polarnog fronta u zimskim mesecima za severnu poluloptu. To je oko 30° s. š. Isto tako i južna granica tropskog pojasa na južnoj polulopti određena je na isti način i nalazi se oko 30° j. š. Usled raznoobraznosti fizičko-geografskih uslova klima pojedinih delova u ovim pojasevima je različita.

Tropski pojas na severnoj polulopti može se podeliti na dve klimatske oblasti: ***atlantsku*** i ***kontinentalnu***. Na južnoj polulopti ovaj pojas se može podeliti na tri klimatske oblasti: ***atlantsku, kontinentalnu*** i ***indijsku***. Atlantska i kontinentalna oblast na severnoj polulopti obuhvataju Saharu, Alžir, Egipat, Libiju, Eritreju i severni deo Somalije. Glavna uzvišenja Sahare nalaze se na krajnjem istoku, i u njenom centralnom delu. Pojedini vrhovi u planinskim masivima Ahagara i Tibeta, koji se nalaze u centralnom delu Sahare, prelaze visinu od 3000 m.

8. *Atlanska klimatska oblast* severne polulopte se donekle razlikuje u klimatskom pogledu od kontinentalne klimatske oblasti. Padavina u ovoj oblasti ima malo usled tzv. pasatnih inverzija temperature vazduha, čemu u znatnoj meri doprinosi i hladna Kanarska struja koja zapljuskuje zapadnu obalu Afrike. Ipak ponekad zimi ima nešto više padavina u severnom delu ove oblasti, koju zahvati mediteranska depresija. U južnim predelima atlantske klimatske oblasti kiša ponekad padne leti, što je u vezi sa dolaskom ekvatorskog monsuna. Prema tome, na zapadnoj obali Afrike u tropskom pojasu nema takvih predela gde za duži period nema padavina.

Relativna vlažnost vazduha na zapadnom primorju je veoma velika — leti oko 80% a zimi oko 65%. Tako velika vlažnost vazduha objašnjava se odsustvom pogodnih uslova za kondenzaciju i stvaranje padavina, usled čega skoro sva vlaga ostaje u nižim slojevima atmosfere. Inače vreme je u ovoj oblasti pretežno vedro.

Temperatura vazduha je u priobalskim predelima niža nego dublje u kopnu. Dnevna i godišnja amplituda temperature nije velika. Dosta često naročito leti se obrazuje magla.

9. *Kontinentalna klimatska oblast* severne polulopte je veoma sušna. Severoistočni pasat nosi suve mase kontinentalnog tropskog vazduha, čiji se nivo kondenzacije nalazi na velikoj visini (oko 5000 m). Zato padavina ima samo na krajnjem severu i krajnjem jugu ove oblasti. Ove padavine

nastaju na severu zimi usled dejstva sredozemnomorske depresije, a na jugu nastaju usled prodiranja ekvatorskog monsuna. U pustinjama može biti bez padavina po nekoliko godina. Tako je npr. u Asuanu u dolini reke Nila za period 1901—1905. godine palo samo nekoliko kapi kiše. U planinskim predelima Sahare padne godišnje do 100 mm kiše.

Relativna vlažnost vazduha je veoma mala, mestimično u letnjim mesecima iznosi oko 15%. Oblaka skoro i nema u kontinentalnoj klimatskoj oblasti pasata. Srednja temperatura vazduha je u julu 30—34°, a u januaru oko 15°. Dnevno kolebanje temperature u Sahari je veliko oko 15—20° i više. Od novembra do marta ima noćnih mrazeva. Na površini zemlje dnevno kolebanje temperature može leti dostići i do 70°.

U ovoj oblasti preovlađuju peščane pustinje. Vegetacije ima samo u blizini rečnih izvora.

10. *Atlantska klimatska oblast* tropskog pojasa južne polulopte zahvata zapadne predele Angole i krajnju jugozapadnu Afriku. Velika relativna vlažnost je ovde u toku cele godine, pa se usled toga često obrazuje magla. Padavina ima malo, što se dovodi u vezu sa niskom temperaturom okeanske struje Benguele, koja teče duž zapadne obale Afrike i dejstvuje na stvaranju veoma jake temperaturne invrzije. Uticaj ove hladne struje oseća se i u temperaturnom režimu. Temperatura je niska za dotičnu geografsku širinu.

11. *Kontinentalna klimatska oblast* tropskog pojasa južne polulopte zahvata veći deo Angole, jugozapadnu Afriku i veliki deo Južnoafričke Republike. U ovoj oblasti preovlađuje visoravan. U centralnom području postoji zatvorena kotlina — polupustinja Kalahari. Kontinentalna klimatska oblast tropskog pojasa na južnoj polulopti zahvata manju površinu od odgovarajuće oblasti na severnoj polulopti (vidi sl. 33 pod 9). Prema tome, uticaj podloge na obrazovanje klime u ovoj oblasti nije tako veliki kao na severnoj polulopti u odgovarajućoj oblasti.

Temperatura vazduha u centralnim delovima južne Afrike je niža nego u Sahari. Ona je u najtoplijem mesecu 25—27°, a u najhladnijem 10—12°. Godišnja visina padavina je oko 200 mm. U ovoj oblasti nema tipičnih kontinentalnih pustinja. Južni i zapadni delovi pustinje Kalahari pokriveni su kserofitnom vegetacijom polupustinjskog tipa.

12. *Indijska klimatska oblast* tropskog pojasa južne polulopte zahvata južni Mozambik i jugoistočne delove Rodezije i istočni deo Južnoafričke Republike. U primorskom delu ove oblasti ima dosta padavina u toku leta (od novembra do februara). Temperatura vazduha je dosta visoka u toku cele godine, a godišnja amplituda temperature nije velika.

Planinska uzvišenja u primorskim predelima su prepreke za prodiranje vlažnih jugoistočnih pasata dublje u kopno. U vezi sa tim menjaju se i klimatski uslovi sa udaljenjem od obale, tj. smanjuje se godišnja suma padavina, snižava se temperatura vazduha u zimskim mesecima i povećava godišnja amplituda temperature.

Veći deo južne Rodezije i južni deo Mozambika pokriveni su krupnolisnatim grmljem.

Postoji razlika u klimatskim karakteristikama između istočnih i zapadnih padina planina u primorskim oblastima. Okeanski vlažni pasat uslovljava dosta padavina — oko 3000 mm — na istočnim planinskim padinama prema okeanu. Maksimum padavina je krajem leta i u jesen. Kada pasat pređe preko planinskih lanaca on se na zapadnim padinama spušta i postaje suv. Tako u zapadnim primorskim oblastima Madagaskara padne svega oko 500 mm kiše godišnje. Za visoke temperature u tim oblastima ovakva visina padavina je mala, pa je zato klima zapadnog Madagaskara sušna.

VI i VII. *Suptropski pojas.* — To su takođe u stvari dva pojasa od kojih se jedan nalazi na severnoj a jedan na južnoj polulopti. Oni zahvataju krajnji severni i krajnji južni deo Afrike. Prodor vazduha sa umerenih širina u ove pojaseve događa se često zimi.

Suptropski pojas na severnoj polulopti zahvata *sredozemnomorsku* oblast, dok suptropski pojas južne polulopte zahvata *atlantsko-indijsku* oblast.

13. *Sredozemnomorska klimatska oblast* obuhvata Maroko, severni Alžir i Tunis. Na severu ove oblasti nalazi se planinski masiv Atlasa, čiji pojedini vrhovi imaju visinu 3000—4000 m iznad mora.

Klima ove oblasti se obrazuje pod uticajem vazduha umerenih širina u toku zime i tropskog kontinentalnog vazduha u toku leta. Leti, nad ovom oblašću obično vlada anticiklonsko stanje, pa je zato vreme suvo i vedro, što je inače klimatska karakteristika Sredozemlja. Maksimalne temperature vazduha su obično u avgustu, i srednja mesečna je oko 25°; na obali Atlantskog okeana, zbog hladne okeanske struje, temperatura je nešto niža. Srednje mesečne temperature najhladnijeg i najtoplijeg meseca prema Bielu (68) su: U Suecu 13,8 i 29,4°, u Port Saidu 13,5 i 26,8°, u Tripoliju 12,2 i 26,4°, u Bizerti 11,1 i 25,6°, u Alžiru 13,1 i 25,9°, u Tangeru 11,0 i 23,1°, u Kazablanki 11,9 i 22,9°.

Padavina u ovoj oblasti ima malo. Prema Bielu za tri letnja meseca padne: u Suecu 0 mm, u Port Saidu 1 mm, u Tripoliju 3 mm, u Bizerti 24 mm, u Alžiru 24 mm, u Tangeru 17 mm, u Kazablanki 4 mm.

Relativna vlažnost na obali Sredozemnog mora je oko 65%, a na obali Atlantskog okeana u Maroku je 80—90%, zbog niže temperature. U nekim mestima dalje od obale relativna vlažnost opada naglo.

Zima je na obali Sredozemlja dosta topla. Srednja temperatura najhladnijeg meseca u Maroku je 10—14°. Prema unutrašnjosti od obale temperatura naglo opada. U unutrašnjosti Maroka, Alžira i Tunisa temperatura se često spusti ispod 0°. Minimalna temperatura u unutrašnjosti se spusti i do —17°.

Godišnja suma padavina je na padinama Atlasa prema moru i do 1000 mm, a na južnim i jugoistočnim padinama padne mnogo manje 390—190 mm.

Prema Bielu godišnje sume padavina iznose: u Suecu 50 mm, u Port Saidu 81 mm, u Tripoliju 421 mm, u Bizerti 642 mm, u Alžiru 765 mm, u Tangeru 837 mm, u Kazablanki 423 mm.

Sneg retko pada u primorskim predelima, ali u unutrašnjosti Alžira pada svake zime, a na većim nadmorskim visinama Atlasa (iznad 1500 m) snežni pokrivač može ležati i duže od 5 meseci.

Veoma vrući vetrovi u vidu bure javljaju se u unutrašnjosti Alžira i Tunisa. Oni se zovu *samum* i *hamsin* i nosioci su pustinjskog peska. Ovi vetrovi su u stvari strujanje tropskog kontinentalnog vazduha, pri kojima temperatura može porasti preko 50°, a relativna vlažnost se spusti do 5%.

14. *Atlantsko-indijska klimatska oblast* suptropskog pojasa zahvata krajnji deo na jugu Afrike, koji ima karakter visoravni. Bez obzira na malu površinu ove oblasti klima se u pojedinim njenim delovima dosta razlikuje.

Leto je suvo na jugozapadnom primorju a zima relativno vlažna. Godišnja suma padavina nije velika. Temperatura vazduha najtoplijeg

meseca februara u Port Nollothu je 15,5°, a najhladnijeg jula-avgusta je 11,5°. Godišnja suma padavina je 60 mm; najviše padne u maju — 10 mm, a najmanje u januaru — 0 mm.

Istočna obala nalazi se pod uticajem Indijskog okeana. Maksimum padavina je u toplijem delu godine, kada preko tog predela duvaju istočni vetrovi ili severoistočni sa Indijskog okeana. Zimi preovlađuju zapadni i jugozapadni vetrovi sa kontinenta pa je zato malo padavina. Temperatura vazduha je na jugoistočnom primorju Afrike znatno viša nego na jugozapadnom, što se objašnjava toplom okeanskom strujom. Tako je u Durbanu srednja temperatura najtoplijeg meseca februara 24,5°, a najhladnijeg jula 18,0°. Godišnja visina padavina je 1040 mm.

Idući prema jugu ova dva različita klimata (istočne i zapadne obale) se izjednačavaju. Unutrašnji predeli krajnjeg juga imaju kontinentalnu klimu. Zbog dosta velike nadmorske visine (oko 1000 m) leto nije jako toplo. U Blumfontajnu je srednja temperatura najtoplijeg meseca februara 22,1°, a najhladnijeg juna 7,6°. Godišnja visina padavina je 620 mm.

Na krajnjem južnom primorju Afrike dolazak vazduha sa umerenih širina je često praćen naglim zahlađenjem. Morski vazduh sa umerenih širina na južnoj polulopti ima dosta nižu temperaturu nego na severnoj polulopti, što se dovodi u vezu sa hladnim morskim strujama. Dosta često na jugu Afrike pada sneg. U Keptaunu je srednja temperatura vazduha najtoplijeg meseca januara 21°, a najhladnijeg jula 12°. Godišnja visina padavina je 650 mm. Najviše padavina padne u junu 120 mm, a najmanje u januaru 20 mm.

55. KLIMA INDONEZIJE

Ostrva Indonezije se nalaze u predelu ekvatora, ali je veći deo na južnoj polulopti između ekvatora i 10° j. š. Glavna ostrva Indonezije su: Sumatra, Borneo, Java, Celebes, Mala Sundska ostrva i Nova Gvineja. Reljef Indonežanskih ostrva je veoma ispresecan. Brdski predeo sa vulkanima, od kojih su mnogi aktivni, pruža se od severozapada na jugoistok preko Sumatre, Jave i Malih Sundskih ostrva. Preko Nove Gvineje dižu se visoke planine u pravcu severozapad-jugoistok, čiji pojedini vrhovi imaju visinu iznad 5000 m. Nizije ima u primorskim predelima osobito na severoistoku ostrva Sumatre, zatim na jugu i istoku ostrva Bornea, dok se prostrana ravnica nalazi na južnom delu Nove Gvineje.

Klima Indonezije uglavnom pripada ekvatorijalnom pojasu, sem južnih predela Malih Sundskih ostrva i Nove Gvineje, koji pripadaju klimatskom pojasu ekvatorskih monsuna južne polulopte.

Srednje mesečne temperature u nizijama u toku cele godine su oko 25 do 27°, dok su u planinskim predelima na visini od 1500 do 2000 m oko 15 do 17°. Kao što se vidi godišnje kolebanje srednjih mesečnih temperatura iznosi samo oko 2°.

Godišnje sume padavina na ostrvima u blizini ekvatora su dosta velike. Prosečno godišnje padne 2000—3000 mm, a na planinskim stranama prema moru i okeanu padne više padavina od 4000 mm. Nešto manje padavina je na Malim Sundskim ostrvima na istočnom delu, tj. delu koji se nalazi najbliže Australijskom kopnu. Isto tako manje padavina padne u južnim predelima Nove Gvineje. Tako npr. u Kupangu na krajnjem istočnom delu Malih Sundskih ostrva padne godišnje 1471 mm. Ovo

smanjenje padavina pripisuje se suvim jugoistočnim vetrovima tj. pasatima koji prethodno prelaze preko Australije. Naročito je malo padavina u ovim predelima zimi (od maja do oktobra). U Kupangu kiša ponekad ne padne u toku 1—2 meseca. Od ove suše u nekim godinama stradaju plantaže kokosovih palmi.

56. KLIMA AUSTRALIJE

Australija je najmanji kontinent na zemlji. Veći deo ovog kontinenta leži u tropskim i suptropskim širinama južne polulopte. Južni povratnik deli Australiju skoro na dva podjednaka dela. Australija se više proteže od zapada na istok nego od juga na sever. Duž istočne obale dižu se planine pod nazivom Plave planine i Velike Razvodne planine, čiji se pojedini vrhovi dižu preko 2000 m. Na severu se nalaze bregovi visine 500—600 m, koji se prema jugu povišavaju. Zapadno od Plavih i Razvodnih planina se nalazi Istočna Australijska nizija. Zapadni deo Australije predstavlja jednoobrazni plato visine 300—500 m. U centralnom delu kopna nalazi se Makdonelova planina. U severnom delu je velika peščana pustinja, a u južnom Velika Viktorijina pustinja.

Obala Australije je slabo razuđena. Nešto više je razuđena severna obala gde se nalaze poluostrva Jork i Arhemova zemlja. Na jugu je Erovo poluostrvo. Duž zapadne obale Australije teče hladna australijska okeanska struja, a duž istočne obale teče topla okeanska struja.

Svi ovi faktori imaju velikog uticaja na klimu Australije. U letnjim mesecima Australija se veoma jako zagreva zbog male oblačnosti. Usled toga se nad Australijom stvara vazdušna depresija. Zimi je iznad Australije visok vazdušni pritisak.

Pošto na krajnjem jugu i krajnjem severu nema visokih planina, to morski vazduh može nesmetano da prodre dublje u kopno, što utiče na snižavanje temperture i povišenje padavina. Usled toga u Australiji nema oblasti u kojima ne padnu padavine u toku nekoliko godina, kao što je slučaj u Sahari. Klimatski uslovi na zapadnoj i istočnoj obali Australije veoma mnogo zavise od karaktera cirkulacije tropskog vazduha iznad okeana. Klima zapadnog primorja zavisi od vazdušnih struja koje teku po istočnoj periferiji dinamičkog anticiklona Indijskog okeana, dok klima istočnog primorja zavisi od vazdušnih struja koje teku po zapadnoj periferiji atnciklona iznad Tihog okeana. Klimati istočnog i zapadnog primorja se znatno razlikuju među sobom.

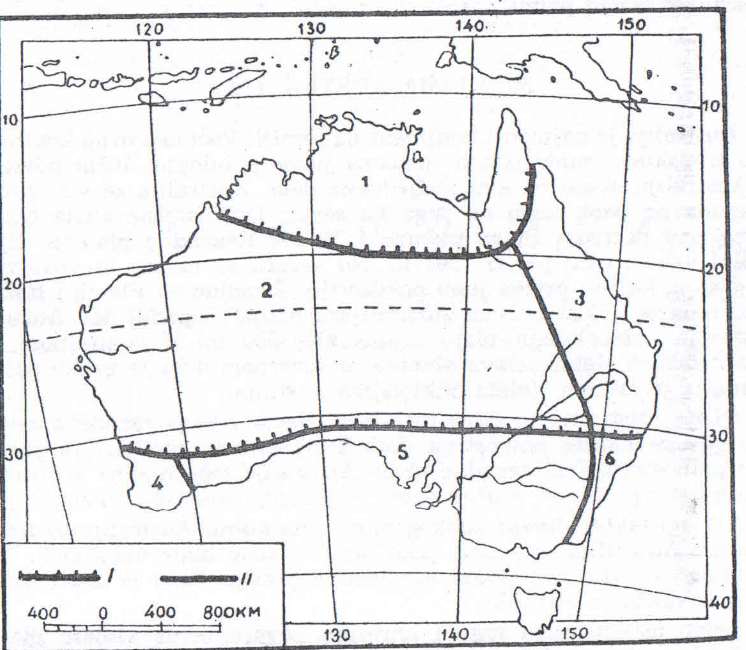
Australija se može prema Alisovu podeliti na tri klimatska pojasa, koji se dalje dele na klimatske oblasti. Ta podela je prikazana na slici 34.

I. *Pojas ekvatorskih monsuna.* — Ovaj pojas obuhvata severni deo Australije i sadrži samo jednu klimatsku oblast *indijsku.*

1. *Indijska klimatska oblast* je pod uticajem severozapadnog ekvatorskog monsun koji duva sa Indijskog okeana. U unutrašnjosti kopna ovaj monsun dopire skoro do 20° j. š., a u zapadnom delu do oko 17° j. š. Ekvatorski monsun na istoku zahvata samo poluostrvo Jork do oko 15° j. š.

Vlažnost vazduha ovog monsuna leti utiče na snižavanje temperature, povećavanje oblačnosti i povećavanje padavina. U toku zime ovu oblast zahvata kontinentalni tropski vazduh u vidu jugoistočnog pasata. Taj vazduh se obrazuje, tj. dobija svoje karakteristike, u unutrašnjim pustinjama Australije. Pošto je ovaj vazduh veoma suv, to se u severnoj

Australiji uspostavlja suvo vreme. Prema tome, severni deo Australije se nalazi u pojasu sezonskih smena vazdušnih masa — vlažno-ekvatorskog vazduha u toku leta i kontinentalno-tropskog u toku zime.



Sl. 34. Klimatski pojasevi i klimatske oblasti Australije prema Alisovu
I — granica klimat. pojaseva
II — granica klimat. oblasti

Srednja temperatura vazduha najhladnijeg meseca jula je oko 23°, a najtoplijeg oko 30°. U Port Darvinu (krajnji sever) je najtopliji novembar sa srednjom temperaturom 29,9°. Godišnja suma padavina je 800—1000 mm, a mestimično 1000—1500 mm i više. Karakteristično je da u Port Darvinu od juna do avgusta padne svega 7 mm padavina, a u mesecu januaru padne 388 mm.

II. *Tropski klimatski pojas.* — Ovo je u stvari pojas tropskog vazduha, i kako se na slici 34. vidi on zahvata veliki deo Australije sa jedne i druge strane južnog povratnika. Južna granica ovog pojasa određena je položajem polarnog fronta u toku zime, a to je oko 31° j. š. Ovaj pojas se deli na dve klimatske oblasti: *kontinentalnu* i *tihookeansku tropsku oblast.*

2. *Kontinentalna tropska klimatska oblast* je pod uticajem kontinentalnotropskog vazduha. Klima u ovoj oblasti je suva. Relativna vlažnost je leti oko 40% a zimi 45—60%, ali u najsuvljim predelima vlažnost je leti oko 25% a zimi oko 45—55%. Na zapadnoj obali relativna vlažnost je veća nego u unutrašnjosti Godišnja suma padavina je u centralnim predelima oko 125—250 mm U predelu jezera Eyre padne samo 100—120 mm godišnje. Ali oblasti bez padavina nema. Na severu najviše kiše padne leti, dok je na jugu kiša ravnomerno raspoređena preko cele godine. Veći

deo padavina je u vidu pljuskova. Kao naročite pojave su suve oluje, za vreme kojih ne padne nijedna kap kiše.

Srednja mesečna temperatura najhladnijeg meseca jula u untrašnjosti ove oblasti je oko 11°, a najtoplijeg januara oko 28°. Na zapadnoj obali ove oblasti temperatura je nešto niža nego u centralnim delovima.

3. *Tihookeanska tropska klimatska oblast* zahvata istočno primorje Australije od 15 do 31° j. š. Klima ove oblasti je dosta slična sa klimom severne Australije. Morski tropski vazduh, koji dolazi na istočnu obalu Australije, isto tako kao ekvatorski vazduh, karakteriše se većom vlagom i nestabilnošću. Prema tome, klima ove oblasti je vlažna naročito leti, kada preovlađuje morski tropski vazduh koga donose jugoistočni pasati. Vlažnost vazduha je leti u istočnom primorju velika 80 do 85%. Padavina ima dosta leti — od decembra do aprila. Zimi je mnogo manje padavina, pošto u ovoj oblasti preovlađuju vetrovi sa kopna koji su suvi. Godišnja suma padavina je veća od 1000 mm.

Srednja mesečna temperatura najtoplijeg meseca januara je 23—28°, a najhaldnijeg jula 12—19°.

III. *Suptropski klimatski pojas.* — Ovaj pojas zahvata južni deo Australije. On se deli na tri klimatske oblasti: *indijsku, južnoaustralijsku* i *tihookeansku.*

4. *Indijska klimatska oblast* zahvata krajnji jugozapadni deo Australije. Zimi se ovde razvija ciklonska aktivnost na polarnom frontu. Pri dolasku ciklona na kopno sa njim dolazi i morski vazduh tropskog porekla koji donosi padavine. U toku leta ova oblast se nalazi pod uticajem anticiklona koji se kreće sa zapada na istok. Zato je ovde leti pretežno vreme vedro i suvo. Klimat ove oblasti je sličan klimatu Sredozemlja.

Srednja temperatura najhladnijeg meseca jula je oko 13°, a najtoplijeg januara — februara oko 23°. Godišnja suma padavina je oko 860 mm. U zimskim mesecima od juna do avgusta padne oko 480 mm padavina, a u toku leta od decembra do februara padne samo 36 mm padavina.

5. *Južnoaustralijska klimatska oblast* zahvata uski primorski deo na jugu Australije. U ovoj oblasti zimi ima manje padavina nego na zapadnoj obali. Ovo dolazi iz razloga, što pri kretanju ciklona na istok njegov topli sektor se postepeno ispunjava suvim kontinentalnim vazduhom. U vezi sa tim frontalne padavine slabe i padaju samo prolazni pljuskovi, unutar hladnih vazdušnih masa, i to po prelasku fronta.

U toku leta preko ovog dela Australije često prelaze depresije u pravcu zapad-istok. U prednji deo ovih depresija pritiče sa severa topli i suvi tropski vazduh iz unutrašnjosti kopna, a usled toga se temperatura negde povisi do 40° i više. Posle prolaska fronta temperatura brzo opadne. Vetrovi imaju često suvi karakter i tada su veoma škodljivi za vegetaciju. Kiša pada vrlo retko kako u toku leta tako i zimi.

Srednja temperatura je u Vilkoniji u najhladnijem mesecu julu 10,3°, a u najtoplijem januaru 27,2°. Godišnja suma padavina je 246 mm, i ona je dobro raspoređena na sve mesece u toku godine. U Melburnu je srednja temperatura najhladnijeg meseca jula 9,3°, a najtoplijeg februara 19,8°, dok je godišnja suma padavina 640 mm.

6. *Tihookeanska klimatska oblast* suptropskog pojasa zahvata krajnji jugoistočni deo kopna. U toku zime ovde preovlađuju vetrovi sa kopna prema okeanu, dok leti preovlađuju severoistočni vetrovi i istočni vetrovi sa zapadne periferije tihookeanskog anticiklona, koji donose vlažan i labi-

lan vazduh maritimno tropskog porekla. Zato je u ovoj oblasti maksimum padavina leti. Sa povećanjem geografske širine maksimum padavina prelazi na jesen a na krajnjem jugu ove oblasti prelazi na zimske mesece.

Srednja temperatura najhladnijeg meseca jula je u Sidneju 11,5^0, a najtoplijeg januara 22,0^0. Godišnja suma padavina je 1187 mm; najviše kiše padne u aprilu 140 mm, a najmanje u oktobru i decembru.

57. KLIMA SEVERNE AMERIKE

Kopno Severne Amerike zajedno sa Centralnom Amerikom se prostire u pravcu meridijana. Ovaj kontinent leži između 71^{0}50' s. š. i približno oko 9^0 s. š. U pravcu uporednika Severna Amerika se prostire između 168^0 z. d. i 55^{0}40' z. d.

Duž zapadne obale Severne Amerike diže se planinski sistem Kordiljera odnosno Stenovitih planina. Pojedini vrhovi ovih planina pokriveni su večnim snegom. U severnim delovima Stenovitih planina nalazi se najviša tačka kopna — planina Mak Kinli čija je visina 6140 metara iznad mora. Na istoku paralelno obali Atlantskog okeana nalaze se Apalačke i Aligenske planine, čiji je najviši vrh 2100 m. Na severu i u centru kopna prostiru se velike zaravni visine 200 do 500 m. U pravcu prema zapadu zaravni se povišavaju postepeno i prelaze u istočne padine Stenovitih planina, čije su visine od 1000 do 2000 metara. To je u stvari plato prerije. Planinski masivi Stenovitih planina se na zapadu strmo spuštaju prema Tihom okeanu a na istoku ka centralnoj ravnici.

Obale Severne Amerike su veoma razuđene naročito zapadna a još više severna, gde u kopno duboko zalazi hladni Hudsonov zaliv. Isto tako na jugoistoku ulazi duboko u kopno i topli Meksički zaliv. U središnom delu Severne Amerike nalazi se dosta jezera.

Na klimu Severne Amerike ima velikog uticaja konfiguracija terena, tj. prvenstveno visoki planinski lanac duž obale Tihog okeana i otvoren teren prema Severnom ledenom okeanu. Visok planinski lanac duž zapadne obale štiti kopno od uticaja Tihog okeana, a otvoren teren prema severu omogućava česte prodore arktičkog hladnog vazduha. Uticaj Atlantskog okeana na klimu Severne Amerike takođe nije veliki, naročito na umerenim širinama, gde preovlađuju zapadni vetrovi u sistemu opšte cirkulacije vazdušnih masa. Ovaj uticaj Atlantskog okeana se oseća samo u uskom primorskom delu, a nešto dublje u kopnu oseća se samo u tropskim širinama.

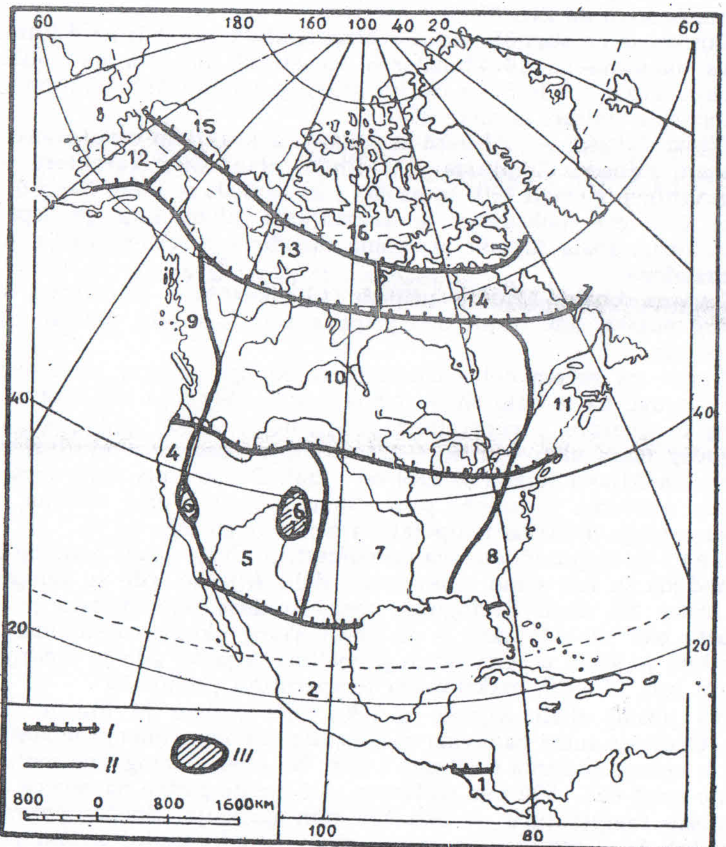
Kako se kopno Severne Amerike većinom pruža u pravcu meridijana, to u njoj postoje svi tipovi klime od arktičkog do tropskog tipa.

Raspored vazdušnih pritisaka iznad Severne Amerike je sledeći:

Zimi se nad središnim delovima Severne Amerike nalazi oblast visokog vazdušnog pritiska, ali stabilnost ovog anticiklona nije velika. Na severu tihookeanske obale Amerike, nad Aleutskim ostrvima se nalazi depresija, koja takođe nije naročito izražena, te stoga nema velikog uticaja na klimu Aljaske. Ovome još doprinosi i orografija kopna u tim oblastima.

Tihookeanski anticiklon takođe nema stvarnog uticaja na obrazovanje klime u središnim delovima Severne Amerike, zbog visokih planina duž obale. Cikloni koji dolaze sa Tihog okeana na kopno prebacuju se preko planinskih masiva, ali se oni tom prilikom okluzuju i postaju

slabiji. Na istočnim padinama Stenovitih planina tihookeanski vazduh se spušta i dinamički zagreva. Cikloni sa Tihog okeana prodiru daleko na istok samo u predelu Britanske Kolumbije, gde su planinski lanci niski. Prodori hladnog arktičkog vazduha sa severa dopiru daleko na jug i imaju veliki uticaj na obrazovanje klime. Priliv vazduha sa Atlantskog okeana na kopno Severne Amerike događa se takođe dosta retko, iz razloga što se iznad kopna zimi nalazi anticiklon, te tako preovlađuju zapadni vetrovi. Samo u jugoistočnom delu kopna postoji priliv toplog i vlažnog vazduha sa Karipskog mora i Meksičkog zaliva, i to u pravcu na sever a po zapadnoj periferiji azorskog anticiklona.



Sl. 35. Klimatski pojasevi i klimatske oblasti Severne Amerike prema Alisovu
I — granica klimat. pojaseva
II — granica klimat. oblasti

Leti se visoki vazdušni pritisak nalazi iznad Tihog okeana i Atlantskog okeana u suptropskim širinama, a pored zapadne i istočne obale Severne Amerike. Tihookeanski anticiklon ima uticaja na klimu samo u uskoj primorskoj oblasti i na zapadnim padinama Kordiljera, gde preovlađuju severozapadna strujanja, koja teku po istočnoj periferiji anticiklona. Azorski anticiklon ima leti više uticaja na klimu Severne Ame-

rike nego tihookeanski. Ovo se događa iz razloga, što su Apalačke i Aligenske planine dosta niske, te ne predstavljaju tako veliku prepreku za vazdušna strujanja sa Atlantskog okeana na kopno. Atlantski vazduh na jugoistoku prodire na kopno do istočnih padina Stenovitih planina. Ciklonska aktivnost je leti znatno slabija nego zimi, a u vezi sa tim je slabija i razmena vazduha u pravcu meridijana. Prodor arktičkog vazduha je leti dosta redak. Na visoravnima u unutrašnjim predelima Severne Amerike — nad Velikim bazenom i platoom Kolorada — obrazuje se vazdušna depresija usled jakog zagrevanja zemljine površine.

Klimatski pojasevi i klimatske oblasti u Severnoj Americi prikazane su prema Alisovu na slici 35.

Kao što se na slici 35. vidi Severna Amerika se deli na 6 klimatskih pojaseva, odnosno na 16 klimatskih oblasti. S obzirom na veliki broj klimatskih oblasti, ovde će se izložiti klima pojedinih država, a ne pojedinih klimatskih oblasti sa slike 35.

Klima Aljaske. — Aljaska se nalazi na krajnjem severozapadu kao produženje Kanade. Zemljište je većinom planinskog karaktera, sa pojedinim vrhovima iznad 4000 m pa čak i iznad 6000 m (Mak Kinli 6140 m). Severni deo ove pokrajine je brežuljkast plato koji je ispresecan rekama. Južna obala Aljaske je veoma razuđena, a severoistočna obala je slabo razuđena.

Severna obala Aljaske pripada tihookeanskoj klimatskoj oblasti arktičkog pojasa, dok ostali deo pripada tihookeanskoj oblasti subarktičkog pojasa.

Z i m i na većem delu Aljaske preovlađuju severni, severoistočni i istočni vetrovi, pa je zato zima veoma surova. Srednja temperatura je u januaru u severnim i centralnim predelima —26 do —30°, a na obali Beringovog mora oko —15 do —18°. Srednja apsolutna minimalna temperatura na Aljasci spušta se niže od —53°. Dosta topla zima je samo na Aljaskim ostrvima u uskom primorskom pojasu Tihog okeana, gde u januaru srednja mesečna temperatura nije mnogo niža od 0°.

L e t i je raspored vetrova ravnomerniji. Česti upadi hladnog arktičkog vazduha su leti samo u severnom delu Aljaske, gde su temperature dosta niske. Na obali Beringovog mora srednja temperatura je u julu i avgustu oko 10—11°, dok je na obali Tihog okeana nešto viša. Nešto toplije leto je samo u centralnim predelima Aljaske gde je srednja temperatura jula 15—17°, maksimalna temperatura prelazi 30°.

Na južnoj obali Aljaske u toku cele godine je tmurno i kišno vreme. Godišnja suma padavina na Tihookeanskom primorju je 2000—2500 mm, a u nekim mestima 4000 mm i više. Na obali Beringovog mora padne godišnje samo 450—500 mm padavina. Još manje padne na severu Aljaske zbog niske temperature — oko 150 mm godišnje. Snežni pokrivač na Aljasci leži 8—9 meseci. Na južnoj obali Aljaske stalni snežni pokrivač se ne obrazuje zbog relativno visoke temperature zimi.

Klima Kanade. — Veći deo zemljišta je brežuljkasta ravnica koja se spušta od zapada na istok. Planinski masivi Primorskih i Stenovitih planina u području Kanade dostižu visinu oko 4000 m iznad mora, a na jugoistoku se nalaze uzvišenja Apalačkih planina koja nisu mnogo visoka. U Kanadi ima dosta reka i jezera. Morska obala je na severu i zapadu veoma razuđena, dok je na istoku razuđenost mnogo manja.

Klima severne polovine Kanade pripada arktičkom i subarktičkom klimatskom pojasu, dok južni delovi pripadaju umerenom klimatskom pojasu.

Z i m i preovlađuju severozapadni, zapadni i jugozapadni vetrovi u velikom delu Kanade, ali to nisu vazdušne mase sa okeana zbog visokih planina pored Tihog okeana, već kontinentalne. Zato je zima u Kanadi hladna, čemu doprinose i upadi arktičkog vazduha sa severa. Na severu države je srednja temperatura januara i februara —28 do —30°, a na jugu oko —18 do —20°. Pri upadu arktičkog vazduha u južne predele temperatura se može spustiti do —50° i niže. Ovi upadi arktičkog vazduha su često praćeni snežnim olujama pri kojima temperatura naglo opadne. Temperaturne inverzije se često obrazuju zimi u centralnim delovima Kanade. Srednje temperature januara i februara su na severu Tihookenaskog primorja 1—2°, a na jugu 3—4°. Na istočnoj obali Kanade uticaj Atlantskog okeana je još slabiji nego uticaj Tihog okeana; ovo se događa usled preovlađujućih zapadnih vetrova koji duvaju sa kopna prema Atlantskom okeanu. Srednja temperatura je u januaru na istočnoj obali između —2 i —10°.

L e t i nad Kanadom preovlađuju vetrovi sa zapada. Srednja temperatura jula i avgusta je u severnim predelima 5—6°, a na jugu je znatno toplije i temperatura se penje u julu u srednjoj vrednosti do 18°. Leto je hladnije na severoistočnoj obali, zbog uticaja hladne Labradorske morske struje. Srednja temperatura je u avgustu i julu u severnim delovima istočnog primorja 7—10°, dok je u južnim 15—17°. Hudsonov zaliv ima leti takođe rashlađujući uticaj.

Visina padavina u pojedinim delovima Kanade je dosta različita. Na krajnjem severu u arktičkom klimatskom pojasu padne godišnje manje od 250 mm. Na primorju Tihog okeana padne na padinama planina više od 2500 mm godišnje, dok na unutrašnjim istočnim padinama istih planina padne samo oko 500 mm. Dalje prema istoku, gde se oseća uticaj Atlantskog okeana, padne godišnje oko 700—1000 mm.

Snežni pokrivač se obrazuje u celoj državi, sem Tihookeanskog primorja. Njegova debljina je u pojedinim mestima 1 m i više. Mala visina snežnog pokrivača je na istočnim padinama Stenovitih planina u zapadnoj Kanadi. Ovo se događa iz razloga, što u tim predelima pada malo padavina, a sem toga na ovim padinama duva lokalni vetar fenskog karaktera zapadnog ili jugozapadnog pravca, koji se zove »činuk« što na indijskom znači proždrljivac snega. Kada ovaj vetar dune zimi temperatura može da poraste za oko 30° i više za veoma kratko vreme; usled toga se snežni pokrivač ne samo istopi brzo, već često i ispari a da se prethodno ne istopi i pretvori u vodu. Pod dejstvom ovih vetrova sneg se u proleće rano otopi, što je veoma pogodno za razvoj stočarstva.

Klima Sjedinjenih Američkih država (SAD). — Planinski masiv Kordiljera se proteže duž cele zapadne obale SAD. Istočni deo ovih planina, koji je poznat kao Stenovite planine, sastavljen je iz planinskih lanaca koji se pružaju meridionalno, a između kojih se nalaze zatvorene dubodoline. Zapadno od Stenovitih planina nalaze se visoravni: *Kolumbijski plato, Veliki bazen* i *Plato Kolorado*. Izvesne karakteristike ovih visoravni su:

1. *Kolumbijski plato* je predeo kroz koji teče reka Kolumbija. Srednja visina ovog platoa je 400—700 m.

2. *Veliki bazen*, se sastoji iz niza meridionalnih paralelnih grebena, visine 2500—3000 m i nizija između njih. Prema jugu Veliki basen se postepeno snižava, i mestimično doline se spuštaju ispod nivoa mora (Dolina Smrti).

3. *Plato Kolorado* (srednja visina 2000—3000 m) ima stepenaste strane i duboko izrezane kanjone. Najdublji kanjon reke Kolorado ima

dubinu do 1800 m. Dalje prema zapadu od visoravni nalazi se planina Sijera Nevada, na kojoj je najviši vrh u Sjedinjenim Američkim Državama — Whitneu (Uitni) visok 4420 metara iznad mora.

Prema istoku od planinskog masiva prostire se velika ravnica kroz koju teče reka Misisipi sa svojim pritokama. Na istoku se nalaze Apalačke planine visine od 800 do 1000 m. Na severoistoku je grupa velikih jezera. Morske obale SAD su dosta slabo razuđene.

Veći deo teritorije SAD, sa izuzetkom severnog pojasa i jugoistočnih predela, ima suptropsku klimu. Severni predeli pripadaju umerenom klimatskom pojasu, dok poluostrvo Florida pripada torpskom klimatskom pojasu.

Klima zapadne obale SAD. — Zapadna obala Sjedinjenih Američkih Država pripada tihookeanskoj klimatskoj oblasti suptropskog pojasa (na slici 35. obeleženo sa 4).

Z i m i ovde preovlađuje vazduh umerenih širina i najviše duvaju vetrovi iz severnog kvadranta. Zima je dosta blaga, jer je obala izložena vazdušnim strujama sa okeana, a zaštićena planinama od hladnog kontinentalnog vazduha. Srednja temperatura januara je između 5^0 na severu i 10^0 na jugu. Vreme je tmurno i kišno osobito na severu, a prema jugu oblačnost i padavine se naglo smanjuju. U severnim predelima zimi pada sneg, dok na jugu sneg pada veoma retko. Često ima magle.

L e t i na zapadnoj obali SAD preovlađuju severozapadni vetrovi, koji na južnom delu zapadne obale donose već tropski vazduh. Srednja temperatura avgusta je između 11^0 na severu i 20^0 na jugu primorja. Dosta hladno leto za dotičnu geografsku širinu na zapadnoj obali dovodi se u vezu sa uticajem hladne Kalifornijske morske struje. Relativno niska je temperatura samo u prizemnom sloju vazduha, a sa visinom ona dosta brzo raste i dobija vrednosti koje su karakteristične za tropski vazduh. Prema tome, ovde se leti stvara izrazita inverzija temperature. Oblačnost je leti mala. U primorskom pojasu se često obrazuje magla. Padavina leti ima malo pogotovo na jugu u predelu suptropskog pojasa, gde u julu i avgustu padavina uopšte nema. Godišnja suma padavina je u Tatuš Islandu 2128 mm, a u San Francisku 563 mm.

Klima centralnih predela SAD. — Centralni predeli SAD pripadaju kontinentalnoj i atlantsko-kontinentalnoj klimatskoj oblasti suptropskog pojasa, kao i kontinentalnoj oblasti umerenog pojasa. Na slici 35. ove oblasti obeležene su za 5, 7. i 10.

Z i m i iznad centralnog dela SAD se obrazuje anticiklon, koji održava hladno vreme. Otopljavanje zimi biva veoma retko. Kontinentalni vazduh se brzo zagreva u pravcu prema jugu. Tako je srednja temperatura januara na severu (oko 45^0 s. š.) oko -10^0, a na jugu dostiže 11 do 12^0. Pri upadu hladnog arktičkog vazduha u severnim predelima ove oblasti minimalna temperatura se spušta i do -40^0. Kada se ovaj arktički vazduh kreće na jug on se postepeno zagreva, ali mu temperatura ostaje oko -5 do -10^0.

L e t i je temperatura jula u severnim predelima oko 20^0, a u južnim, gde se leti obrazuje tropski vazduh, temperatura je u julu oko 27 do 29^0; na visoravnima temperatura je mestimično oko 32^0 i više. Srednja temperatura jula je u Dolini Smrti u južnoj Kaliforniji oko 39^0, a 10. jula 1913. godine temperatura je ovde bila $56{,}7^0$.

Najsuvlji predeli u centralnim oblastima SAD su u istočnoj Kaliforniji i na visoravnima u državama Nevada i Arizona. Tako u mestu

Juma u Arizoni padne godišnje svega oko 88 mm padavina. Kiša pada veoma retko, i u nekim godinama ona može uopšte da ne padne. Relativna vlažnost vazduha je preko leta u Jumi od 20 do 30%.

Količina padavina raste prema istoku, što je u vezi sa prodorima vlažnog vazduha sa Atlantskog okeana. Ovaj porast padavina je u severnom delu oblasti do 750 mm, a na jugu do 1500 mm. Na severu SAD zimi pada sneg, i obrazuje se stabilan snežni pokrivač. Leti je dosta često suša u SAD. Suša je najčešće između 34 i 45^0 s. š. U pojedinim slučajevima pri suvom vremenu temperatura poraste do 38—40^0, a relativna vlažnost vazduha spadne do 10%. Ali leti isto tako ima često oluja; u nekim mestima istočno od Stenovitih planina ima godišnje 50—70 dana sa olujama.

Klima istočnog primorja SAD. — Ovaj predeo pripada atlantsko-monsunskim oblastima kako suptropskog tako i umerenog pojasa. Na slici 35. ove oblasti obeležene su brojevima 8. i 11. U ove oblasti ne ulazi poluostrvo Florida.

Z i m i u ovim oblastima preovlađuju zapadni i severozapadni vetrovi. Ali vetrovi sa kopna nisu tako izraziti, pa zato u SAD na istočnoj obali vladaju zimi dosta visoke temperature. Negativne srednje mesečne temperature su zimi samo severnije od 40^0 s. š. Međutim, na jugoistočnoj obali srednja temperatura janauara je 10—12^0.

Na severoistoku SAD ima često snežnih mećava sa velikim padanjem snega, pri kojima snežni pokrivač može dostići 2 metra i više. U oblasti Kvebek pri jednoj mećavi su bili nanosi i do 15 m visine na pojedinim mestima.

L e t i na istočnom primorju preovlađuju vetrovi s mora prema kopnu, po zapadnoj periferiji azorskog anticiklona. Ovi vetrovi su topli i vlažni. Na severoistoku SAD srednja temperatura jula je oko 20^0; na obali Meksičkog zaliva temperatura je do 27^0. Godišnja visina padavina je u istočnim predelima SAD od 1000 do 1500 mm. Sezona padavina je obično u maju i traje do oktobra. U centralnim i jugoistočnim delovima ove oblasti preko leta ima oluja tzv. torneda koji se obično kreću u istočnom i severoistočnom pravcu brzinom oko 50—65 km/čas.

Poluostrvo Florida ima specijalne klimatske uslove. Florida se nalazi u tropskom klimatskom pojasu.

Z i m i se temperatura vazduha između severnih i južnih delova dosta razlikuje. U januaru je srednja temperatura na severu 12^0, a na jugu 20^0; minimalne temperature u središnim predelima su oko -5^0, a na jugu oko 0^0. Sneg može padati u većem delu poluostrva sa isključenjem južnih predela.

L e t i se Florida nalazi u oblasti jakog strujanja morskotropskog vazduha. Srednja temperatura jula je skoro na celom poluostrvu oko 27^0.

Padavina ima obilno oko 1500 mm godišnje. Osobito ima dosta padavina od juna do septembra.

Klima Meksika. — Meksiko je planinska zemlja. U severnom delu prostiru se planinski lanci zapadnih i istočnih Siera Madre između kojih se nalazi Meksička visoravan. Pojedini visovi Siera Madre prelaze visinu 5500 m.

Meksiko po svom klimatskom karakteru spada u tropski klimatski pojas, koji se deli na tri klimatske oblasti: *tihookeansko-primorsku, istočno primorskuoblast* i *meksičku visoravan.*

Tihookeansko primorje ograničeno je zapadnim Siera Madre. Na klimu ove oblasti veliki uticaj imaju havajski i azorski anticikloni.

Z i m i u ovoj oblasti preovlađuju severoistočni vetrovi, koji dolaze u ovu oblast kao suvi vetrovi. Padavina u to vreme obično nema, samo ponegde padne pokoja kap. Vlažnost vazduha je ipak na obali velika. Srednja temperatura najhladnijeg meseca je 15—19⁰, ali noću može biti često mraza, a može da se obrazuje i magla.

L e t i preovlađuju jugozapadni vetrovi. Nad zemljouzom centralne Amerike leti se sukobljavaju atlantski i tihookeanski pasati i obrazuje pasatni front. Usled toga leti ima pljuskovitih padavina koje su praćene olujama. Leto je veoma toplo i pored blizine okeana. Srednja temperatura jula je oko 26—28⁰, dok u pojedinim danima temperatura se povišava do 40⁰ i više.

Istočno primorje Meksika nalazi se pored Meksičkog mora.

Z i m i ovde preovlađuju severoistočni vetrovi, koji pri prelasku preko Meksičkog zaliva postaju vlažniji. Pasatni front je zimi pomeren prema istoku. Zato zimi u ovoj oblasti nema mnogo padavina. Srednja temperatura januara je u primorju 18—21⁰. Ali ponekad severoistočni vetrovi donesu u ovu oblast arktički vazduh a tada može da bude mraza.

L e t i preovlađuju istočni vetrovi u istočnom primorju, koji donose vlažan vazduh sa Meksičkog zaliva. Kada se ovaj vazduh uzdiže uz padine istočnih Siera Madre izlučuju se velike količine padavina. Leto je u ovom predelu veoma žarko. Srednja temperatura jula je oko 28⁰. Visoka temperatura i velika vlažnost vazduha čine atmosferu zagušljivom.

Meksička visoravan u klimatskom pogledu stoji pod uticajem havajskog i azorskog anticiklona.

Z i m i preko visoravni duvaju suvi kontinentalni vetrovi severoistočnog pravca, koji podržavaju vedro i suvo vreme. Padavina ima veoma malo. Srednje temperature januara i februara su oko 10—12⁰ na visini 2000—2500 m. Noću može biti mraza.

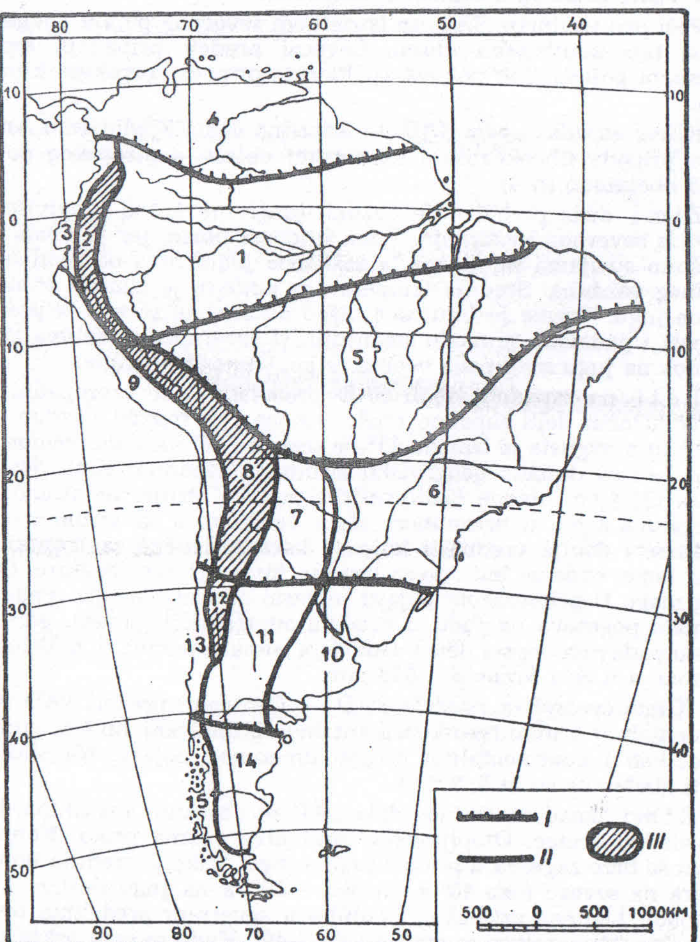
L e t i iznad visoravni preovlađuju morski tropski vetrovi, koji povećavaju oblačnost i padavine. Od jula do septembra padne mesečno oko 150 mm. Najviše temperature su od aprila do juna, tj. na kraju suvog perioda. Na visini 2000—2500 m srednja mesečna temperatura je 16—18⁰ u ovom najtoplijem periodu.

58. KLIMA JUŽNE AMERIKE

Južna Amerika se nalazi skoro cela na južnoj polulopti. Samo severni krajnji deo nalazi se na severnoj polulopti. Ona prvenstveno zahvata ekvatorske i tropske širine, a samo južni suženi deo prelazi u umerene širine. Najveće protezanje od zapada prema istoku je u tropskim širinama. Prema tome, Južna Amerika ima oblik deltoida čija glavna osovina ima meridijalni pravac.

Planinski sistem Andskih Kordiljera, tj. Andi dižu se duž zapadne obale Južne Amerike. Mnogi vrhovi Anda imaju visinu iznad 6000 m, a najviši vrh Aconcagua (Akonkagva) ima visinu 7040 m. Na istoku kopna nalaze se Brazilske planine ili Brazilsko visočje, a u severnom delu su Gujanske planine (Gvajansko gorje). Visina ovih planina i visoravni su znatno niže (ispod 3000 m) od visine Anda. Između ovih visoravni i planina nalazi se velika Amazonska nizija, kroz koju teče reka Amazon, kao i nizija Paragvaja, Urugvaja i Argentine kroz koju teku reke Paragvaj i Parana.

Hladna Peruanska okeanska struja zapljuskuje zapadnu obalu, a topla Brazilska istočnu obalu Južne Amerike. Obe ove struje su u tropskim širinama. Južnije od 40⁰ j. š. hladne okeanske struje zapljuskuju kako zapadnu tako i istočnu obalu Južne Amerike. Sistem okeanskih struja oko Južne Amerike veoma se dobro podudara sa vazdušnom cirkulacijom u suptropskim dinamičkim anticiklonima iznad Tihog i Atlantskog okeana.



Sl. 36. Klimatski pojasevi i klimatske oblasti Južne Amerike prema Alisovu
I — granica klimat. pojaseva
II — granica klimat. oblasti

Konfiguracija terena ima najveći uticaj na klimatske karakteristike Južne Amerike. Severna polovina ovog kontinenta se nalazi u ekvatorskim i tropskim širinama i zauzima veliki deo površine kopna. Južni deo kopna se nalazi u suptropskim i umerenim širinama i zahvata manju površinu od severnog dela.

Na obrazovanje klime u severnom delu Južne Amerike najveći uticaj imaju severoistočni pasati severne polulopte, koji pri susretu sa jugoistočnim pasatima obrazuju tropski front. U predelima južnije od ekvatora velikog uticaja imaju na obrazovanje klime strujanja vazduha koja su u vezi sa anticiklonima na jugu Tihog i Atlantskog okeana.

Tako zapadna obala kopna u predelu tropskih širina se nalazi pod dejstvom južnih vetrova koji teku po istočnoj periferiji tihookeanskog anticiklona. Dok se istočna obala nalazi pod dejstvom istočnih i severoistočnih vetrova koji teku po zapadnoj periferiji atlantskog anticiklona.

Međutim, visoke planine naročito duž zapadne obale imaju veliki uticaj na karakter vazdušne cirkulacije i na obrazovanje klime. Sem toga, bitan uticaj na klimatske osobine imaju takođe hladne i tople okeanske struje koje zapljuskuju zapadnu i istočnu obalu Južne Amerike.

Prema Alisovu Južna Amerika se može podeliti na šest klimatskih pojaseva, koji se dalje dele na klimatske oblasti. Šest klimatskih pojaseva su: pojas ekvatorskog vazduha, dva pojasa ekvatorskih monsuna (jedan na južnoj i jedan na severnoj polulopti), tropski pojas, suptropski pojas i pojas umerenih širina. Tačna podela na klimatske pojaseve i klimatske oblasti (kojih ima 15) se vidi na slici 36.

Klimatske karakteristike pojedinih pojaseva i oblasti su sledeće:

I. *Pojas ekvatorskog vazduha.* — Ovaj se pojas prostire približno na istočnim padinama Anda od 3—5⁰ s. š. do oko 10⁰ j. š. Prema istoku njegova južna granica je sve severnije, tako da se na severoistočnoj obali nalazi oko 3⁰ j. š. U stvari ovaj pojas obuhvata celokupnu Amazonsku ravnicu, a takođe južni i zapadni deo Kolumbije. U pojasu ekvatorskog vazduha postoje tri klimatske oblasti: 1. *amazonska,* 2. *visokoplaninska* i 3. *tihookeanska.*

Klima u ovom pojasu se obrazuje pod uticajem ekvatorskog vazduha, koji dobija svoje osobine od pasata severne i južne polulopte. Pasati obe polulopte donose vlažne vazdušne mase sa Atlantskog okeana.

Temperatura vazduha je u ekvatorskom pojasu visoka i jednoobrazna. Srednje mesečne vrednosti su između 26 i 28⁰. Godišnja visina padavina je velika — od 1500 do 3000 mm i više, a u zapadnoj Kolumbiji padne na planinskim stranama preko 7000 mm. Kiša pada prvenstveno u drugoj polovini dana u vidu jakih pljuskova i nepogoda.

Klimatske karakteristike pojedinih oblasti su sledeće: U atlantskoj i tihookeanskoj oblasti preovlađuje u toku cele godine tiho, žarko i vlažno vreme. Tišine se ponekad prekidaju olujama i jakim pljuskovima kiše. U visokoplaninskoj oblasti klima je prijatnija usled nižih temperatura. Tako je npr. u Bogoti srednja temperatura jula i avgusta 14,0⁰, a u martu 15,0⁰. Kao što se vidi, ovde su juli i avgust najhladniji meseci a mart najtopliji mesec u godini.

Na istočnim padinama Anda padaju u ovom pojasu slabe skoro neprekidne kiše koje nastaju sporim uzdizanjem ekvatorskog vazduha uz planinske padine.

II. i III. *Pojas ekvatorskog monsuna.* — U stvari postoje ovakva dva pojasa: jedan na severnoj i jedan na južnoj polulopti. Pojas na severnoj polulopti obuhvata atlantsku klimatsku oblast, a pojas na južnoj polulopti obuhvata kontinentalno-atlantsku oblast. Na slici 36. ove oblasti su obeležene sa 4. i 5. Veliku teritoriju zauzima kontinentalno-atlantska oblast (obeležena sa 5. na slici 36.). Ova oblast se spušta u centralnim predelima do oko 20⁰ j. š. Na zapadnoj obali Južne Amerike ne postoji klimatski pojas ekvatorskog monsuna. Atlantska klimatska oblast zahvata Venecuelu, severne delove Kolumbije i Gujanu (Gvajanu) na severnoj polulopti, a kontinentalno-atlantska oblast obuhvata Boliviju i Brazil (osim jugoistočnih predela) na južnoj polulopti.

Ovi predeli su u toku leta zahvaćeni ekvatorskim vazduhom, koji izaziva kišno vreme. Zimi u ovim oblastima preovlađuje jugoistočni pasat, a u vezi sa tim količina padavina opada. Osobito je znatno smanjivanje padavina zimi u unutrašnjosti Brazila.

Srednje mesečne temperature su skoro izjednačene u mestima koja se nalaze u prostranim ravnicama na malim nadmorskim visinama. Tako su u mestu Marakaibo u Venecueli srednje mesečne temperature od 27⁰ (januar) do 29⁰ (avgust). Godišnja suma padavina u ovom mestu je 459 mm. Međutim, u Meridi na visini 1640 m, srednje mesečne temperature variraju od 17,8⁰ do 19,3⁰, a godišnja visina padavina je 1772 mm. U Džodžataunu u Gujani su srednje mesečne temperature od 26,3 do 27,9⁰, a godišnja suma padavina 2221 mm.

U mestu Kujaba u Brazilu srednje mesečne temperature su od 23,8⁰ (juli) do 28,1⁰ (oktobar), a godišnja suma padavina 1392 mm. U Kobiji u Boliviji su srednje mesečne temperature od 21,5⁰ (juni) do 24,5⁰ (januar), a godišnja suma padavina 1881 mm.

IV. *Tropski klimatski pojas.* — Južna granica tropskog klimatskog pojasa nalazi se oko 28—30⁰ j. š. Ovaj pojas obuhvata jugoistočni deo Brazila, Paragvaj i severni deo Argentine, kao i veliki deo Čilea i izvestan deo Bolivije. On se deli na četiri klimatske oblasti: 6. *atlantsku,* 7. *kontinentalnu,* 8. *visokoplaninsku* i 9. *tihookeansku.*

Neznatne količine padavina padaju u tihookeanskoj oblasti na zapadnoj obali Južne Amerike, približno između 5 i 28⁰ j. š. Ovo isto važi i za visokoplaninsku oblast koja leži na istočnoj periferiji suptropskog anticiklona. U nekim godinama padavina u ovim oblastima uopšte nema. Međutim, padavina ima mnogo u atlantskoj oblasti, tj. u jugoistočnom delu Brazila. Ova oblast se nalazi pod uticajem jugoistočnog pasata, koji preovlađuje preko cele godine, a dolazi sa Atlantskog okeana. Maksimum padavina je u toku zime. U kontinentalnoj oblasti tropskog pojasa pasatni vetrovi su veoma vlažni u nižim vazdušnim slojevima. Usled toga je klima veoma žarka i vlažna sa dosta padavina, ali ipak manje nego u atlantskoj oblasti.

Ovde će se prikazati izvesni klimatski elementi za pojedina mesta u ovom pojasu: Tihookeanska oblast — mesto Ukeke u Čileu ima srednju mesečnu temperaturu u najtoplijem januaru 21⁰, a 15,6⁰ u najhladnijem julu. Godišnja visina padavina samo 1 mm. Visokoplaninska oblast — mesto Sukre u Boliviji ima srednju najvišu temperaturu u novmebru 14,5⁰, a najnižu u julu 9,7⁰. Godišnja visina padavina je 665 mm. Kontinentalna oblast — mesto Asunsion u Paragvaju ima srednju mesečnu temperaturu najtoplijeg meseca januara 26,9⁰, a najhladnijeg juna 17,0⁰. Godišnja suma padavina je 1316 mm. Atlantska oblast — mesto Rio de Žaneiro u Brazilu ima srednju mesečnu temperaturu najtoplijeg meseca februara 26,1⁰, a najhladnijeg jula 20,4⁰. Godišnja suma padavina je 1102 mm.

V. *Suptropski klimatski pojas.* — Južna granica suptropskog pojasa je na zapadu kopna oko 40⁰ j. š., a na istoku približno oko 42⁰ j. š. Ovaj pojas obuhvata Urugvaj, veliki deo Argentine i južni deo Čilea. Suptropski klimatski pojas se deli na četiri klimatske oblasti: 10. *atlantsku,* 11. *kontinentalnu,* 12. *visokoplaninsku* i 13. *tihookeansku.*

U ovom pojasu vlada specijalna klima koja je posledica oblika kopna, tj. njegovog suženja na jugu i planinskog lanca duž zapadne obale. Mon-

sunski klimat, sa kišnim letom i hladnom suvom zimom, nije jasno izražen na istočnoj obali ovog pojasa. Zima je blaga i srazmerno kišna u atlantskoj oblasti. U kontinentalnoj oblasti, zbog malog dela kopna, zima je blaga a leto prohladno. Kiše uvek pada dovoljno. Sušnih oblasti ima na malom prostoru blizu istočnih padina Anda. Suša je najjača zimi. U visoko-planinskoj oblasti temperatura je nešto niža u odnosu na ravničarske predele. Na visini oko 3500—4000 m srednja temperatura januara ne prelazi 10—12°, a u julu je oko 0°. Padavina je najviše zimi na zapadnim padinama, dok je na istočnim padinama zima sušna.

Tihookeanska klimatska oblast ima leto umereno toplo, a zimu blagu. Srednja temperatura januara je 17—20°, a jula 11—15°. Maksimum padavina je zimi. Idući prema jugu visina padavina se povećava. Padavine retko padaju leti. Brojne vrednosti temperature i padavina u pojedinim mestima u suptropskom pojasu su:

Tihookeanska oblast — mesto Valp. .jso u Čileu ima temperaturu u januaru 17,6°, a u junu i julu 11,3°. Godišnja suma padavina je 487 mm. Visokoplaninska oblast — mesto Los Andes u Čileu ima temperaturu u januaru 21,8°, a u julu 8,6°. Visina padavina je 230 mm u godini. Kontinentalna oblast — mesto San Luis u Argentini ima srednju temperaturu januara 24,0°, a juna 8,9°. Godišnja visina padavina je 566 mm. Atlantska klimatska oblast — mesto Montevideo u Urugvaju ima srednju temperaturu u januaru 22,2°, a u julu 10,3°. Godišnja visina padavina je 986 mm.

VI. *Umereni klimatski pojas.* — Ovaj pojas zahvata krajnji jug Južne Amerike. Zapadni vetrovi preovlađuju preko cele godine u ovom pojasu. Planinski predeli dele ovaj pojas na dve klimatske oblasti: 14. *tihookeansku zavetrenu* i 15. *tihookeansku povetrenu.*

U tihookeanskoj povetrenoj oblasti, pored zapadne obale, ima više padavina, nego u tihookeanskoj zavetrenoj, pored istočne obale gde pada vrlo malo padavina. Brojne vrednosti temperature i padavina u ovom pojasu su: Tihookeanska povetrena oblast — mesto Evanžilistas u Čileu ima srednju temperaturu u januaru i februaru 8,6°, a u avgustu 4,1°. Godišnja visina padavina je 3028 mm. Tihookeanska zavetrena oblast — mesto Santa-Kruz u Argentini ima srednju temperaturu u januaru 14,8°, a u junu i julu 1,8°. Godišnja visina padavina je 136 mm.

VIII

59. KLIMA JUGOSLAVIJE

59.1 OPŠTA KLIMATSKA PODELA

(prema P. Vujeviću)

Klima Jugoslavije zavisi od njenog geografskog položaja i od reljefa zemljišta. Najveći deo naše zemlje leži između 41° i 46,5° severne geografske širine, odnosno na južnoj polovini umerenog pojasa. Kopnena granica Jugoslavije dodiruje se na jugozapadu sa Jadranskim morem. Najjužniji delovi naše države udaljeni su od Jadrana oko 80 do 100 kilometara a od Egejskog mora oko 70 kilometara. Na istočnim, južnim i zapadnim granicama dižu se visoke planine, a odatle se zemljište spušta sa svih strana prema Panonskoj niziji, čiji južni deo zauzima Vojvodina. U Panonskoj niziji se sastaju i kroz nju protiču šest velikih reka: Dunav, Drava, Sava, Drina, Morava i Tisa. Sem toga, celu zemlju prosecaju dve velike i prostrane doline: Moravsko-vardarska i Savska.

Trajanje i jačina sunčevog zračenja menjaju se u toku dana i u toku godine sa geografskom širinom. Reljef zemljišta izaziva poremećaje u normalnom primanju toplotne energije, osobito u planinskim predelima, gde se smenjuju uzvišenja razne veličine sa kotlinama, poljima i dolinama nejednako strmih i visokih strana. Pored toga, doline velikih pritoka Save i Dunava pružaju se uglavnom meridijanskim pravcem, od severa na jug, te je vododelnica između crnomorskog sliva i egejsko-jadranskog sliva znatno približena južnoj državnoj granici. Slični pravac pružanja imaju i velika kraška polja i većina kotlina u Jugoslaviji. Time je znatno olakšano prodiranje tropskih i polarnih vazdušnih masa u južne krajeve.

Usled toga klimatski uticaji severa prodiru daleko na jug, te donekle ublažavaju velike termičke razlike, koje bi inače postojale između severnih i južnih predela naše zemlje.

Za klimatske uslove naše zemlje je još važno i to, što vodene i kopnene mase imaju različitu specifičnu toplotu, te se voda Jadranskog mora mnogo sporije zagreva, a takođe i hladi od kopna. Sem toga, toplota se u dublje slojeve kopna prenosi samo sporim provođenjem, a u dublje slojeve mora neposrednim prodiranjem sunčevih zrakova i konvektivnim strujanjem vode, kako od vodene površine prema dubini tako i iz dubine prema površini. Iz tih razloga, u toku godine, uticaji sunčevog zračenja i izračivanja, tj. izdavanja toplote, osećaju se u kopnenim masama naših krajeva do oko dubine od 14 metara, dok se u Jadranu prošire otprilike do 150 metara. Usled toga se u kopnenom zemljištu (na primer u Beogradu) magazinira u letnjoj polovini godine, oko 102577 kg J/m² a u Jadranu oko 1650018 kgJ, tj. 16 puta više. Ta količina magazinirane toplote, kao neka vrsta zalihe, bude izdavana u toku zimske polovine godine u jesenjim i zimskim mesecima. Međutim, kopno zbog svojih fi-

zičkih osobina, mnogo brže utroši svoju zalihu toplote, i to većinom do početka zime, dok toplota iz mora bude utrošena tek krajem zime. Zato je more zimi dosta toplije a leti hladnije od kopna na istoj geografskoj širini, a u vezi sa ovim stoje, i temperaturni odnosi u prizemnim vazdušnim slojevima.

Jugoslavija se zbog svoje velike horizontalne i vertikalne razgranatosti, razlikuje isto klimatski, kao što se razlikuje geološki i geografski. Ona predstavlja prelaznu oblast od maritimne prema kontinentalno uplivisanoj klimi. Sa severa se uvlače u našu zemlju pustare Panonske nizije, kao nastavak poljskih i ukrajinskih stepa, dok sa zapada često prodiru vazdušne mase maritimnog porekla, i na svoj način utiču na klimu Jugoslavije. Prema tome, reljef naše zemlje uslovljava dosta složen sistem različitih uticaja na podneblje. Sem reljefa na raznolikost klime utiče i razlika u geografskoj širini od 6° između Prekomurja i Prespanskog jezera.

Prema ovakvim uslovima, *Jugoslavija ima pretežno tip umereno kontinentalne,* tj. *srednjoevropske klime.* Ovakav tip klime vlada pretežno u našoj zemlji i pored neposrednog dodira Jadranskog mora i ne tako velikog udaljenja Egejskog mora. Ovo dolazi usled toga, što se neposredno uz jadransku obalu dižu strme planine umerene visine, a vrhovi na granici između Jugoslavije i Grčke su još mnogo viši, mestimice do 2500 metara. Iz tog razloga neposredni uticaji mora su ograničeni samo na uski pojas primorja a dublje u unutrašnjost prodiru jedino kroz široke doline Krke, Neretve, Bojane-Morače-Zete i Vardara. *To su u stvari oblasti sredozemne, ali nešto modificirane klime.*

Između ove i umereno kontinentalne klimatske oblasti imamo krajeve alpske odnosno planinske klime. Pomenuto ograničenje se odnosi samo, uglavnom, na toplotne uslove. Što se tiče godišnje podele padavina uticaji sredozemne klime osećaju se još mnogo dublje u kopnu.

59.2 TEMPERATURA VAZDUHA

Pošto se vazduh zagreva i hladi od podloge iznad koje se nalazi, to će se u toku dana ili godine iznad mora manje zagrejati i rashladiti od vazduha iznad kopnene površine. Prema tome, vazduh iznad morske površine ima manju dnevnu i godišnju amplitudu temperature od vazduha iznad kopna. Iz tih razloga najblaža klima je na Jadranskom primorju sa ostrvima. Tu je zima vrlo blaga a leta su veoma vrela; jesen je znatno toplija od proleća. Ipak uticaj geografske širine se jasno oseća, jer se temperatura u svim godišnjim dobima povećava od severa prema jugu, a godišnje temperaturno kolebanje se u istom pravcu smanjuje. Zato južni jadranski otoci, a takođe i mesta na obali imaju, u termičkom pogledu, najravnomerniju klimu.

Na severnom Primorju, od Rijeke do Splita, prosečna godišnja temperatura je 13,5° do 15,7°, a na južnom iznosi 15° do 17,5°. Srednja mesečna temperatura zimskih meseci nije nikada ispod 0°, sa izuzetkom mesta na većoj visini od 900 metara. Mraz je na Primorju retka pojava, a još su ređi dani sa srednjom dnevnom temperaturom ispod 0°.

Leta su na Primorju vrlo topla; žega traje 3—5 meseci, prema položaju i geografskoj sredini mesta, ali su u tom dobu razlike između severa i juga manje nego u zimskim mesecima.

Kao posledica vrlo blage zime, godišnje kolebanje temperature na ostrvima i u primorskim mestima varira u srednjoj vrednosti između 15° i 19°, dok je u unutrašnjosti znatno veće. Osim toga, jesen je u srednjoj vrednosti, za 2° do 4° toplija od proleća, usled termičkih uslova Jadranskog mora.

Godišnji tok temperature na Jadranskom primorju, prema Kovačeviću, dat je u tablici 47.

Tablica 47. Godišnji tok temperature na Jadranskom primorju

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.	Kol.
Trst	5,1	5,6	9,0	12,2	17,1	20,5	23,2	22,7	19,1	14,3	9,7	7,5	13,8	18,1
Rijeka	5,0	5,9	8,5	12,3	16,4	19,9	22,8	22,2	18,4	14,3	9,5	6,6	13,5	17,8
Crikvenica	5,4	6,0	9,1	12,6	17,2	20,8	23,3	22,7	19,2	14,6	10,1	7,0	14,0	17,9
Krk	5,4	5,8	9,0	12,3	17,2	21,3	23,5	22,8	19,3	14,5	10,0	6,9	13,9	18.1
Senj	5,3	5,7	9,4	12,7	17,6	21,0	23,8	23,7	19,7	14,9	10,3	7,2	14,3	18,5
Rab	6,7	6,3	9,5	12,8	17,2	21,2	23,2	23,2	19,3	15,4	11,1	8,4	14,5	16,9
Bonaster	7,0	6,9	9,3	12,5	17,0	20,7	23,0	22,9	20,5	15,9	11,8	8,9	14,7	16,1
Lošinj Mali	7,3	7,6	9,7	13,1	17,3	21,5	24,4	23,1	19,9	16,2	11,9	9,0	15,1	17,1
Zadar	6,7	7,3	9,4	13,7	18,4	22,3	25,0	24,4	21,2	16,6	11,1	7,7	15,3	18,3
Šibenik	6,8	7,5	10,0	14,2	18,6	22,7	25,6	24,8	20,9	16,6	11,3	7,8	15,6	18,8
Split	7,0	7,8	10,5	14,2	18,5	22,5	25,6	24,8	20,9	16,8	11,8	8,1	15,7	18,6
Hvar	9,6	9,0	11,1	14,3	18,3	22,3	25,1	24,6	21,7	18,1	13,2	9,7	16,3	16,5
Dubrovnik	9,2	9,6	12,0	15,2	19,3	23,1	25,9	25,3	22,4	18,7	13,7	10,2	17,0	16,7
Vis	9,8	9,8	11,4	14,4	18,2	22,1	25,1	24,6	21,7	18,4	13,9	10,8	16,7	15,3
Palagruž	9,1	9,1	10,7	13,1	16,6	21,0	23,8	23,4	20,8	17,3	13,2	10,8	15,7	14,7

Dosta je blaga klima u dolinama Krke, Neretve, Morače i Zete, kao i u južnijim poljima, koja su bliska moru, a do kojih dopire topliji morski vazduh bilo neposredno, ili zaobilaznim putem, kao npr. u Sinjsko, Ljubuško, Imotsko polje i dr. Mesta u dolinama kao što su Knin, Mostar, Danilovgrad i druga imaju u januaru nižu temperaturu od primorskih mesta, na približno istoj geografskoj širini.

U toku leta južnija mesta: Imotski, Mostar, Titograd i Danilovgrad imaju nešto višu temperaturu nego mesta na moru na približno istoj geografskoj širini. Naročito se toplim letima odlikuje prostrana dolina Zete, gde izgleda da su leta najtoplija u našoj zemlji. Ovo nastupa zbog velike vedrine neba leti, gde se zemljište i vazduh iznad njega veoma jako zagreju.

Tablica 48. Godišnji tok temperature u mestima bliskim Jadranskom moru

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.	Kol
Mostar	4,8	6,3	9,8	13,4	17,6	22,0	25,4	24,8	20,4	15,6	10,2	6,9	14,8	20,6
Danilov grad	4.9	5,9	9,7	14,1	18,5	23,1	26,3	26,1	22,6	16,1	11,5	6,4	15,4	21,4
Titograd	5,4	6,8	9,8	14,0	18,9	23,2	27,4	26,3	21,9	16,6	11,4	6,3	15,7	22,0
Nikšić	1,4	1,4	5,0	9.4	13,8	18,8	21,8	21,0	16,8	11,7	7,4	2,6	10,9	20,4
Kotor Škaljari	7,4	7,8	10,2	13,3	17,5	22,0	25,0	24,4	20,8	16,4	12,3	8,3	15,4	17,6

Godišnji tok temperature u mestima bliskim Jadranskom moru iznet je u tablici 48.

Kao što se iz ovih podataka vidi leta su u dolini Zete i Neretve zaista toplija nego na Jadranu, ali su zime nešto hladnije. Ovo se ne odnosi na Nikšić koji ima znatno nižu temperaturu od ostalih mesta u tablici 48.

Znatno oštriju, više subalpsku klimu imaju ona kraška polja, čija su dna duboko ispod okolnih planinskih vrhova, i koja su od Jadrana više udaljena (40 do 80 kilometara). Isto tako oštriju klimu imaju i ona polja koja su dosta blizu Jadrana (oko 20 km), ali koja su od mora odvojena dosta visokim planinama. U prvu grupu spadaju: Glamočko, Kupreško, Gatačko polje i dr., a u drugu Ličko (Gospićsko) polje.

Zimi se u ovim poljima nesmetano taloži hladan vazduh koji se spušta po stranama okolnih planina, dok se leti, srazmerno apsolutnoj visini, dna polja prilično zagreju, usled čega je godišnje kolebanje temperature povećano.

Osim toga, u ovim poljima se javljaju zimi prizemne inverzije temperature, koje su ponekad veoma izrazite. Leta su, međutim, zbog velike visine polja veoma prijatna, pa čak i prohladna. Tako npr. Gospić nema u julu višu srednju temperaturu od 18,5⁰. Žege u ovim krajevima su sasvim retke, a i kad nastanu, ne traju dugo. Ali iako su leta prohladna, godišnje amplitude temperature su prilično velike (oko 21⁰), zbog vrlo hladne zime. Apsolutni minimum temperature u ovim predelima je —25,0⁰ do —27,5⁰, apsolutni maksimum 34⁰ do 35⁰.

Što se tiče Makedonije, mada su pojedina mesta dosta južnije od najjužnijeg dela Dalmacije, izgleda da se termički uticaji Egejskog mora osećaju u dolini Vardara otprilike do Demir Kapije, a manje u Tikvešu, u dolini Strumice i slivu Bregalnice, dok većina tamošnjih kotlina imaju mnogo kontinentalniju klimu.

U letnjim mesecima se ovaj kraj odlikuje velikom toplotom, koja je ipak blažija nego u južnim niskim kraškim poljima, ili u ravnici Zete. Zime su u Makedoniji prilično blage. Temperatura je u januaru skoro svugde viša od 2,0⁰, dok u julu ceo južni deo Makedonije ima temperaturu višu od 25,0⁰.

Od velikih Makedonskih kotlina najkarakterističnije su Bitoljsko-Prilepska i Ohridska, jer su najbliže Jadranskom i Egejskom moru, te bi u njima trebalo da se oseća uticaj maritimne klime. Međutim, dna ovih dolina su duboko spuštena ispod okolnih planina, prosečno za 950 metara odnosno 700 metara. Obe se kotline pružaju od severa na jug, a sa zapada i istoka su uokvirene vrlo visokim grebenima, dok su prema severu i jugu više otvorene.

Bitoljsko-Prilepska kotlina leži između 41⁰30' i 40⁰45' severne širine, pa bi prema tome trebalo da ima i zimi prilično visoku temperaturu. Ovo utoliko pre što od Solunskog zaliva nije mnogo udaljena (oko 155 kilometara), a sem toga preko Ostrova i Vodena je dosta otvorena prema ovom zalivu. Međutim, Bitoljsko-Prilepska kotlina je na prilično velikoj nadmorskoj visini (od 575 do 660 metara), što deluje suprotno visokim zimskim temperaturama.

Ali baš zbog male geografske širine, a velike nadmorske visine trebalo bi da je godišnje kolebanje temperature u ovoj kotlini manje nego u velikim nizijama na severu; ali to nije slučaj, jer ova i sve druge slične kotline imaju iste termičke uslove kao duboka kraška polja; zimi se u njima taloži hladan vazduh i tu se danima zadržava, dok se u letnjim mesecima cela ravnica i planinske strane znatno zagreju, a u njima zagrejani vazduh je sprečen okolnim planinama da brzo struji dalje. Zato je godišnje kolebanje temperature dosta veliko (oko 24⁰).

Proleće je u Bitolju sveže i hladnije od jeseni. Sem toga, proleće je dosta kratko; samo april i maj imaju izraziti proletnji tip. Još više se kontinentalnost podneblja u ovoj kotlini ogleda u ekstremnim vrednostima temperature. Apsolutni minimum u Bitolju je —28,0⁰, a apsolutni maksimum 38,8⁰, prema tome, apsolutno godišnje kolebanje temperature iznosi 66,8⁰. Ovoliko apsolutno godišnje kolebanje temperature je u severoistočnim krajevima naše države gde vlada najkontinentalnija klima.

Slične termičke uslove imaju i druge velike kotline: Polog, Skopska kotlina, Kosovo polje i Metohija. Samo što su donekle promenjeni njihovom geografskom širinom, apsolutnom visinom, kao i razlikom visine od dna kotline do okolnih planinskih vrhova.

Međutim, kotlina Ohridskog jezera, na istoj geografskoj širini Bitoljsko-Prilepske, a na apsolutnoj visini od 695 do 760 metara najvećim delom je pod vodom. Od Jadranskog mora Ohridska kotlina udaljena je samo oko 110 kilometara. Morski vazduh mogao bi prodirati do ove kotline preko presedline od 930 metara zapadno od Lima. Pa ipak, izgleda da na klimu Ohridske kotline više utiče samo jezero, jer je u njoj manje godišnje kolebanje temperature (Struga 19,1⁰) nego u Elbasanu (dolina Škumbina), slobodno izloženom moru, a znatno manje nego u Bitoljsko-Prilepskoj kotlini.

Srednji godišnji tok temperature u Makedoniji iznet je u tablici 49.

Tablica 49. Godišnji tok temperature u Makedoniji

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.	Kol.
Skoplje	0,5	1,8	6,9	12,2	17,0	21,5	24,5	23,3	19,1	13,3	8,0	1,8	12,5	24,0
Tetovo	—1,0	0,4	5,7	11,9	16,7	21,0	23,3	22,3	18,2	12,9	7,7	1,0	11,7	24,3
Veles	1,2	2,6	7,2	12,5	17,0	22,0	25,2	24,2	20,2	14,4	9,0	2,7	13,2	24,0
Štip	1,2	2,3	7,4	12,7	17,3	21,7	24,3	23,5	19,7	14,4	9,0	2,4	13,0	23,1
Kočane	1,3	2,6	7,3	12,7	17,1	21,4	24,3	23,6	19,8	14,6	8,4	2,5	13,0	23,0
Struga	1,6	1,7	5,5	10,3	14,5	18,4	20,6	20,7	16,7	12,3	8,1	2,6	11,1	19,1
Bitolj	0,6	1,3	6,1	11,6	15,7	20,2	23,1	22,2	18,2	13,1	8,1	1,7	11,8	22,5
Prilep	0,3	1,0	5,6	10,9	15,4	19,8	22,8	22,0	18,2	12,9	8,0	1,7	11,5	22,5
Demir Kapija	2,3	3,3	8,6	13,9	18,3	23,7	26,0	25,3	21,4	15,9	10,4	3,8	14,4	23,7
Strumica	0,8	2,5	7,4	13,2	18,4	23,5	26,5	26,2	22,2	15,8	9,3	2,7	14,0	25,7

Kroz sve do sada pomenute oblasti provlače se velike i visoke venčane planine sa planinskom klimom.

Sem toga, planinska odnosno subalpska klima ističe se u planinskim predelima Slovenije. Mesta sa ovom klimom imaju: hladnu zimu, prohladno leto i nešto topliju jesen od proleća. Godišnja amplituda temperature iznosi od 19,0⁰ do 21,0⁰. Krajnji severozapadni deo Slovenije ima tip istočno-alpske, odnosno subalpske klime, sa vrlo hladnom zimom i

prohladnim letom. Ukoliko su vrhovi planina viši utoliko su na njima i leta kraća i prohladnija, a zime duže i oštrije, jer su planinski vrhovi po nekoliko meseci pod snegom.

Srednji godišnji tok temperature u Sloveniji prikazan je u tablici 50.

Tablica 50. Godišnji tok temperature u Sloveniji

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.	Kol.
Bled	—1,1	0,1	4,8	8,3	12,9	16,7	18,9	18,4	14,8	9,7	4,4	1,4	9,1	20,0
Koče vlje	—1,9	—0,5	4,1	7,7	13,0	16,5	18,5	17,4	13,5	9,1	3,8	1,0	8,5	20,4
Mašun	—2,9	—2,4	1,1	4 1	9,4	12,8	14,9	14,0	10,4	6,3	1,4	—0,5	5,7	17,8
Lubljana	—1,5	0,3	5,2	9,2	14,3	17,5	19,5	18,5	14,6	9,8	4,3	1,0	9,4	21,0
Boh. Bistrica	—2,9	—1,1	3,3	6,7	11,5	15,1	17,2	17,0	13,6	8,9	3,0	—0,7	7,6	20,1
Maribor	—1,2	0,3	5,3	9,3	14,8	17,8	19,9	18,6	14,6	9,7	4,0	1,5	9,5	21,1
Celje	—0,8	0,8	5,6	9,7	14,8	18,1	20,1	19,0	15,1	10,3	5,0	1,5	9,9	20,9

Planinski predeli Bosne i Hercegovine se takođe odlikuju planinskom klimom, naročito visoke planine kao što je Bjelašnica. U tablici 51. iznećemo srednje mesečne temperature za nekoliko mesta u Bosni i Hercegovini za koja raspolažemo podacima.

U ostalom delu Jugoslavije klimatski su uslovi jednostavniji. Zimi se temperatura dosta naglo smanjuje prema unutrašnjosti kopna, leti se sporije povećava, kao što se povećava i godišnje kolebanje. To se uglavnom događa od jugozapada prema severoistoku, tako da severoistočni deo države ima najkontinentalniju klimu. Naravno, i u području srednjoevropske klime ima dosta raznovrsnosti. Naime, razlike u temperaturi raznih mesta u istom mesecu nastaju usled njihove nejednake geografske širine, različite udaljenosti od mora i nadmorske visine, a u većoj meri i pod uticajem geografske sredine.

Prelazni tip od jadranske prema srednjoevropskoj klimi imaju uglavnom zapadna polovina Hrvatske i Bosne, dok istočno predgorje Alpa sa Međumurjem i Prekomurjem, koje se morfološki nastavlja dalje na jugoistok, čine prelaz od alpske prema srednjoevropskoj klimatskoj provinciji. Tu još ima nižih planina i bregovitog zemljišta, koji na svoj način utiču na klimu, dok se dalje ka istoku postepeno prelazi u ogromnu ravnicu.

Najveću jednolikost u podeli toplote ima Panonska nizija, što je glavna odlika u upoređenju sa planinskim predelima. U planinskim krajevima, planinske strane su razno orijentisane prema sunčevom zračenju, i zato podležu nejednakom zagrevanju, dok na ravnicama Panonske nizije sunčevi zraci padaju na zemljinu površinu pod istim uglom i ravnomerno je zagrevaju. Zato cela ova oblast, istočno od Dunava i Bosuta, ima podjednake termičke uslove. Velike godišnje amplitude temperature od 21,4 do 26,0^0 mogu se objasniti izloženošću nizije uticaju severca, koji je naj-

Tablica 51. Godišnji tok temperature u Bosni i Hercegovini

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.	Kol.
Bihać	—0,6	1,8	6,4	10,9	15,4	19,2	20,8	20,0	15,7	12,0	6,1	2,4	10,9	21,4
Banja Luka	—1,1	1,7	6,6	10,8	15,4	18,8	20,6	19,8	15,8	11,6	5,7	2,0	10,6	21,7
Tuzla	—2,3	0,7	6,1	10,4	15,2	18,6	20,5	19,6	15,3	11,1	4,7	0,5	10,0	22,8
Bijeljina	—1,1	1,9	6,8	11,0	16,3	19,8	21,7	21,1	16,8	12,1	5,6	2,0	11,2	22,8
Livno	—1,3	0,4	3,9	7,8	12,8	16,2	18,8	18,3	14,4	10,3	4,2	1,3	8,9	20,1
Kupres	—4,7	—3,3	0,1	4,4	9,4	13,4	15,6	15,1	11,2	7,1	1,1	—1,8	5,6	20,3
Sarajevo	—2,6	0,3	4,9	9,0	13,5	16,6	18,7	18,2	14,7	10,7	4,7	0,7	9,1	21,3
Travnik	—2,4	0,2	4,9	9,4	13,9	17,1	18,9	18,3	14,8	10,6	4,6	0,4	9,2	21,3
Foča	—1,6	0,9	5,7	10,1	14,7	17,8	19,9	19,2	15,5	11,4	5,4	1,4	10,0	21,5
Bjelašnica	—8,6	—8,2	—5,7	—2,5	2,6	6,7	9,0	9,1	5,9	2,7	—2,6	—5,4	0,3	17,7

Tablica 52. Godišnji tok temperature u Srbiji

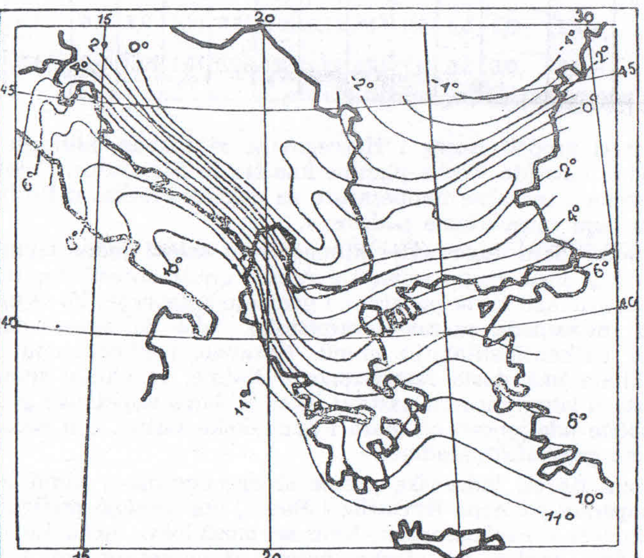
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God	Kol.
Senta	—1,3	0,3	5,5	11,3	16,6	20,2	22,8	21,2	17,3	11,8	7,1	0,1	11,2	24,1
Stari Bečej	—1,2	0,2	5,5	11,5	16,8	20,3	22,8	21,3	17,5	11,9	7,0	0,0	11,1	24,0
Novi Sad	—0,1	1,3	6,2	12,0	16,7	20,4	23,0	21,8	18,2	12,9	7,8	0,9	11,8	23,1
Jaša Tomić	—0,9	0,3	5,8	11,9	17,1	20,7	23,2	21,8	18,0	12,4	7,6	0,9	11,5	24,1
Vršac	0,1	1,1	6,5	12,4	17,4	20,9	23,2	21,9	18,4	13,2	8,5	1,6	12,1	23,1
Koviljača	0,0	1,3	6,2	11,5	15,9	19,3	21,4	20,0	16,5	11,8	7,6	1,1	11,1	21,4
Šabac	—0,7	0,7	5,9	11,9	16,4	20,2	23,1	20,7	17,7	12,6	8,4	1,0	11,5	23,8
Valjevo	0,1	1,1	5,9	11 3	16,3	19,8	22,3	21,1	17,1	12,2	7,4	1,1	11,3	22,2
Beograd	—0,2	1,1	6,2	11,9	16,8	20,4	22,7	21,3	17,8	12,7	8,0	1,1	11,6	22,9
Smederevo	0,3	0,5	5,8	11,5	16,5	19,9	22,3	21,3	17,2	12,5	7,9	1,2	11,4	22,0
V.-l. Gradište	0,8	0,3	5,7	11,7	16,7	20,1	22,3	20,9	17,3	12,3	7,5	1,1	11,4	23,1
Bukovo	—1,8	0,5	5,6	12,2	17,2	21,2	24,2	23,3	18,9	12,7	7,3	—0,1	11,8	26,0
Zaječar	—2,1	—0,4	4,9	11,1	16,0	19,9	22,5	21,1	16,6	11,6	6,5	—0,3	10,6	24,6
Bukov. Banja	—0,7	0,3	5,3	10,9	15,5	19,1	21,3	19,9	16,9	11,6	7,2	0,5	10,6	22,0
Kragujevac	—0,2	0,8	5,8	11,5	16,3	20,1	22,4	21,0	17,3	12,4	8,0	1,2	11,4	22,6
Paraćin	—0,6	0,4	5,5	11,9	17,0	20,1	22,3	21,4	17,6	12,2	8,2	1,2	11,4	22,9
Titovo Užice	—2,1	—0,8	4,4	9,8	14,4	18,1	20,4	19,3	15,4	10,5	5,9	—1,0	9,5	22,5
Kraljevo	—0,8	0,4	5,8	11,6	16,1	19,8	21,9	20,7	16,8	11,9	7,5	0,7	11,0	22,7
Vrnjačka Banja	—1,0	0,2	5,3	11,1	15,5	19,1	21,5	20,2	16,6	11,7	7,2	0,5	10,7	22,5
Kruševac	—0,8	0,5	5,7	11,7	16,5	19,9	22,1	21,1	17,3	12,5	8,1	1,0	11,3	22,9
Niš	—0,3	1,0	6,2	11,8	16,5	20,3	22,9	21,7	18,2	13,1	8,2	1,2	11,7	23,2
Pirot	—0,6	0,6	5,8	11,8	16,5	20,0	22,6	21,6	18,0	13,5	8,2	1,1	11,6	23,2
Leskovac	—0,8	0,7	5,5	11,5	16,8	20,3	22,7	21,5	18,1	13,2	8,0	1,1	11,5	23,5
Vranje	—0,5	0,7	5,7	11,2	15,8	19,7	22,7	21,4	17,9	12,9	7,7	0,9	11,3	23,2
Novi Pazar	—1,2	—0,1	4,7	9,6	14,3	17,7	20,4	18,4	15,8	11,1	7,4	0,9	9,9	21,6
T. Mitrov.	—0,7	0,5	5,2	10,0	15,0	18,8	21,4	20,4	16,7	11,8	7,1	0,8	10,6	22,1
Peć	—0,3	0,9	5,5	11,1	15,3	19,2	21,9	20,6	17,2	12,4	7,3	0,9	11,0	22,2

hladniji u zimskim mesecima, a sem toga i sastav zemljišta je takav da se u letnjim danima veoma jako zagreva. U vezi sa zagrevanjem zemljišta zagreva se i prizemni vazduh.

Srednje mesečne temperature vazduha u Srbiji prikazane su u tablici 52.

Da bi se jasnije videlo kako more utiče na temperaturu vazduha iznad Balkanskog poluostrva, prikazane su izotermne karte za dva ekstremna meseca (januar i jul) za celo Balkansko poluostrvo (prema P. Vujeviću). Temperature svih mesta svedene su na morski nivo, pomoću redukcionog faktora od 0,5^0 za 100 metara visine, čime je uticaj reljefa zemljišta po mogućstvu otklonjen.

Na slici 37. prikazana je izotermna karta za mesec januar. Na njoj se vidi kako se temperatura naglo smanjuje od obala Jadranskog i Jonskog mora prema unutrašnjosti, a dosta sporije se smanjuje od obale Egejskog mora na sever. Tako se najniže temperature zaista nalaze na severoistočnom kraju naše zemlje, u Vojvodini i istočnoj Srbiji.



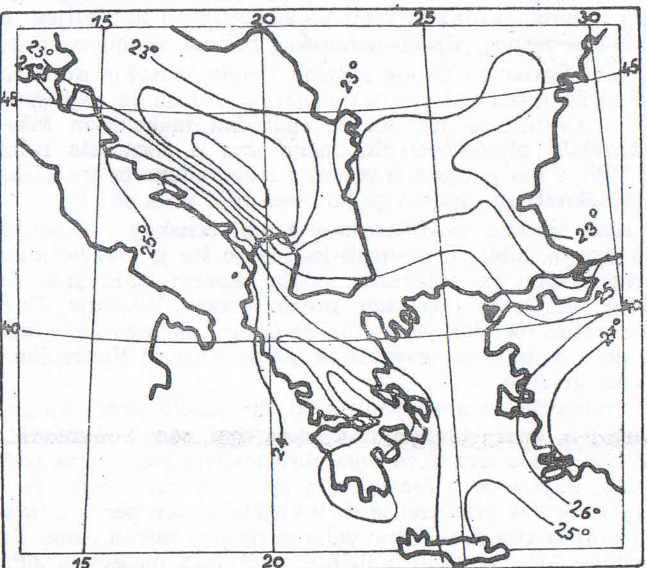
Sl. 37. Izotermna karta Balkanskog poluostrva za januar (po P. Vujeviću)

U toku leta dolaze do izražaja lokalni modifikatori, pa se morski uticaji ističu znatno slabije nego zimi. Iz tih razloga su u julu odnosi u priraštaju temperature od zapadnih obala Balkanskog poluostrva prema unutrašnjosti poremećeni (slika 38).

Uz samu obalu Jadranskog mora dižu se visoke Dinarske planine poznate kao krš. Te gole krečnjačke mase se leti veoma jako i naglo zagrevaju. Jadransko more ima takođe leti na površini vode dosta visoku temperaturu od 22^0 (na severu) do 25^0 (na jugu). Ovako visoka temperatura

vode nije u stanju da znatnije ublaži toplotni uticaj užarenog krša. Iz tog razloga rashlađujući uticaj Jadranskog mora ograničen je na sasvim usku primorsku oblast užu i beznačajniju nego zimi. Ipak se, od planinske oblasti temperatura u julu postepeno povećava prema istočnim granicama naše zemlje.

Usled ovakvih termičkih uslova godišnje kolebanje temperature se povećava od obale prema unutrašnjosti. Tako je godišnje kolebanje temperature na ostrvu Palagruži oko 15°, a u Banatu dostiže i 24°.



Sl. 38. Izotermna karta Balkanskog poluostrva za jul (po P. Vujeviću)

Temperatura vazduha se smanjuje sa visinom za prosečno 0,5° na 100 metara visine. Ali, taj vertikalni gradijent temperature nije isti u svim mesecima. Prosečno je najmanji u januaru, oko 0,35° za 100 metara, dok se u julu poveća do oko 0,65°. To znači da zimske temperature mnogo sporije opadaju sa visinom od letnjih temperatura. Leto je na visini od 1000 metara znatno svežije, nego u dolini, a na visini od 2000 metara je sasvim prohladno.

Godišnje kolebanje temperature se smanjuje prema visini. Ako kolebanje u dolini iznosi 20°, na visini od 1000 metara ono se smanji na 17°, a na visini od 2000 metara se smanji na 14°.

Slično vredi i za prelazna godišnja doba: proleće i jesen. Temperatura se u proletnjim mesecima mnogo brže smanjuje sa visinom nego u jesenjim mesecima. Termički gradijent u proleće iznosi oko 0,65 a u jesen 0,52° na 100 metara.

59.3 OBLAČNOST

U vezi sa promenama temperature, odnosno u zavisnosti od njih je i oblačnost. Najveću srednju godišnju vrednost oblačnosti imaju planinski krajevi, 55—60%, pa se odatle smanjuje prema severoistoku, sa prosečnom vrednošću od 55—45%. Još više se smanjuje ka Jadranskom primorju, sa 45—35%, i ka južnim krajevima Makedonije sa 50—40%. U toku godine, najmanja je oblačnost u poznom letu: julu i avgustu, od 40—15%, najveća je u decembru, kada je u kontinentalnim krajevima 65—75%, a na Primorju 50—60%. Karakteristično je da najmanje kolebanje oblačnosti pokazuju planinske oblasti, a mnogo veće Primorje i osobito krajevi na severoistoku države. To znači da je oblačnost u planinama leti relativno veća, zimi relativno manja od oblačnosti u primorskim i severoistočnim krajevima.

Po dugom trajanju sunčeva sjaja, koje je u obrnutoj srazmeri sa oblačnošću, naše Primorje i južni krajevi države zauzimaju zavidno mesto. Na severnom Primorju ima u toku godine prosečno 2100—2400 časova sa suncem; na južnom Primorju se trajanje insolacije povećava do 2750 časova, a nešto je manje u južnom delu Makedonije 2400—2600 časova. Po trajanju sunčeva sjaja, Bitoljsko-Prilepska kotlina dobija drukčiji značaj, jer Prilep ima godišnje 2530 do 2630 časova sa sunčevim sjajem. Malo sunčeva sjaja imaju planinski krajevi, udaljeni od mora, 1550 do 1900 časova, dok severne nizije imaju nešto dužu insolaciju, 2050—2200

Tablica 53. Godišnji tok oblačnosti u Jugoslaviji

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Ljubljana	6,9	6,5	5,1	4,2	5,0	4,7	3,8	3,3	4,0	5,8	8,2	8,4	5,5
Rijeka	5,7	5,6	5,9	6.0	5,5	5,1	3,8	3,7	4,5	5,9	6,0	6,3	5,3
Split	5,3	5,2	5,3	5.1	4.7	3,7	2,3	2,3	3,3	4,7	5,3	5,8	4,4
Vis	4,3	3,9	4,1	4,1	3,6	2,9	1,6	1,8	2,7	4,1	4,2	4,5	3,5
Zagreb	7,2	6.3	6,1	6,0	5,6	5,3	4,2	4,1	4,7	6,1	7,2	7,5	5,9
Mostar	5,1	5,0	5,3	5,5	4,8	4,3	2,7	2,6	3,5	5,0	4,9	5,6	4,5
Sarajevo	6,9	6,2	6,2	6,3	5,8	5,4	4,1	3,9	4,8	5,7	6,8	7,4	5,8
Cetinje	5,7	5,0	5,2	5,4	5,6	3.5	1,9	2,4	3,5	5,0	6,0	6,4	4,6
Skoplje	7,2	6,6	6,5	6,1	6;2	4,7	3,1	3,1	3,9	5,3	6,4	8,1	5,6
Niš	7,2	6.7	6,6	6,3	6,4	5,1	3,8	3,8	4,3	5,4	6,9	8,0	5,9
T. Užice	6,7	6,6	6,3	6,5	6,0	5,8	4,2	3,6	4,5	6,0	6,9	7,5	5,9
Zaječar	7,7	6,9	6,5	6,4	6,1	5,2	3,6	3,9	4,4	6,0	7,4	8,1	6,0
Beograd	7,2	6 5	6,1	5,9	5,6	4,9	3,8	3,6	4,2	5,2	6,7	7,6	5,6
Novi Sad	7,3	6,4	6,5	6,1	6,0	5,2	4,1	4,2	4,4	5,4	6,8	7,8	5,9
Vršac	7,5	6,8	6,5	6,2	6,2	5,5	4,3	4,4	4,5	5,4	6,8	8,0	6,0

časova. Naravno, u svima krajevima sunce leti sija mnogo duže no u zimskim mesecima. Jul, odnosno avgust, imaju u srednju ruku 4—5 puta duže sijanje sunca, nego zimski meseci.

Godišnji tok oblačnosti u glavnijim mestima naše zemlje vidi se u tablici 53.

2 59.4 PADAVINE

Regionalna podela godišnje količine padavina u Jugoslaviji vrlo je nepravilna, usled komplikovanog reljefa koji znatno remeti normalne uslove. Ako se ne uzmu u obzir unutrašnje planine i visoki masivi, prosečna se količina padavina, uglavnom, povećava od jadranskih ostrva prema primorskim visoravnima i planinama, a odatle se postepeno smanjuje prema severoistoku. Odavno je poznato, da je najkišovitiji kraj u Evropi planinski predeo više Kotorskog zaliva (Krivošije). U tom predelu, a takođe i u crnogorskim planinama, padne godišnje 4600 do 2500 mm padavina. Druga vrlo kišovita oblast je oko Velebita, zatim u Gorskom kotaru i na visokim planinama Slovenije, gde godišnje padne 3000 do 1800 mm. Na ostrvima Jadrana padne godišnje 950 do 500 mm, dok na Primorju padne više padavina nego na ostrvima, i uglavnom visina padavina se povećava duž Primorja od severozapada ka jugoistoku, i to od 900 do 2900 mm, zbog sve viših visoravni i planina. Visina padavina se takođe povećava od obale prema unutrašnjosti, otprilike do linije Glamoč-Bileća. Središni deo Hrvatske i severozapadni delovi Bosne i Hercegovine imaju godišnje 1200 do 1000 mm padavina. U istočnom delu Hrvatske i severoistočnom delu Bosne padne godišnje 1000 do 700 mm padavina. Godišnja visina padavina je u Moravsko-vardarskoj ravnici 630 do 500 mm, a u Panonskoj niziji i slivu Timoka sa Krajinom padne godišnje od 700 do 600 mm.

Najmanje padavina padne u našoj zemlji u dolini Vardara od Skoplja do Demir kapije i to svega oko 480 mm godišnje.

U podeli padavina po mesecima pokazuju se isto tako velike razlike. Osnovni uzrok za to je nejednaka podela atmosferskog pritiska u ekstremnim godišnjim dobima. Na celom Jadranu je, u toku zimske polovine godine, razvijena vazdušna depresija, koja se stalno održava, odnosno to je niz depresija koje se kreću od zapada prema jugoistoku i istoku i zahvataju južne predele naše zemlje. Ove depresije uslovljavaju maksimum padavina na ostrvima, Primorju a takođe i u južnom delu Makedonije u toku zime. U unutrašnjosti, na severu i istoku naše zemlje najviše je padavina u letnjoj polovini godine. To je posledica niskog vazdušnog pritiska u tim oblastima, koje su tada mnogo više zagrejane od Jadranskog mora i na njima se lako razvijaju lokalne depresije, koje donose pljuskovite padavine. Sem toga, dolinom Save i Dunava se krajem proleća i početkom leta kreću najčešće depresije po poznatoj putanji V_c koje takođe uslovljavaju dosta padavina.

Usled napred navedenih uzroka *u Jugoslaviji postoje dva osnovna pluviometrijska režima, i to: 1. maritimni odnosno mediteranski i 2. kontinentalni odn. srednjoevropski. Ovi pluviometrijski režimi se dele u više podvrsta.* Jugozapadni i južni delovi Jugoslavije, (gde vlada modificirani mediteranski pluviometrijski režim) imaju pretežno jesenje i zimske padavine sa maksimumom u poznoj jeseni, od oktobra do decembra, a suvo leto. Međutim, veliki severni i severoistočni deo države okarakterisan je kišovitim prolećem, a prilično suvom zimom. To su, dakle, predeli sa srednjoevropskim pluviometrijskim režimom.

Kod primorskog kišnog režima događaju se postepene promene. Procenat zimskih kiša se prema severozapadu dosta pravilno i brzo smanjuje, dok se procenat jesenjih, a osobito letnjih kiša povećava. Tako se u severnom delu Slovenije naiđe na alpski režim sa najvećim procentom kiše u toplim mesecima, gde maksimum pada na jul, a minimum na februar ili januar. I dok u jugozapadnoj polovini Crne Gore i malom delu Dalmacije padne u toku leta oko 10% godišnje količine padavina, dotle na severu Slovenije padne, u istom dobu, skoro trećina od cele godišnje količine. Osim toga je u prvoj oblasti, tzv. južno-jadransko-crnogorskog pluviometrijskog režima, razlika između najkišovitijeg i najsuvljeg meseca oko 11,5%, a kod severnog, alpsko-pohorskog režima, smanjena je na 8%.

Ceo sliv Vardara i Crnog i Belog Drima, u našim granicama, imaju sličan režim sa južno-jadransko-crnogorskim. I tu je najkišovitiji mesec novembar, najsuvlji je jul, ali se sporedan maksimum kiše pojavi u maju. Vardarski pluviometrijski režim ima u toku leta relativno više kiše, oko 20%, i ona je dosta srazmerno raspoređena po mesecima. Razlika između najkišovitijeg i najsuvljeg meseca nije veća od 7%.

Granica između modificiranog mediteranskog i srednjoevropskog režima mnogo je dublja u unutrašnjosti nego što je kod termičkog uticaja okolnih mora. Ona se, uglavnom, pruža vencem Karavanki pa na istok do Ivančice, odatle na jugoistok, preko Kozare, Bitovnje, Durmitora do Bjelašnice, zatim na istok preko Mokre Gore i na jugo-jugoistok do Skopske Crne gore, a dalje na severoistok, preko Rujna i Vardenika (Strešera), do bugarske granice.

U Podunavlju je srednjoevropski tip podele padavina po mesecima nešto izmenjen. Ovom tzv. podunavskom tipu, sem Podunavlja, pripada i najveći deo sliva Dunava. Kod toga pluviometrijskog režima padne najviše kiše u junu, najmanje u februaru, a sporedni maksimum je u oktobru. Za ovaj režim karakteristično je da u vegetacionom periodu ima u svakom mesecu dovoljno kiše sa prilično velikim brojem kišnih dana. Tu za vreme proleća padne 27% godišnje količine, u letnjim mesecima 30%, ali je u ovom godišnjem dobu broj kišnih dana za četvrtinu manji nego u proleće, dok je u jugozapadnoj polovini Crne Gore čak i za polovinu manji.

Oblast između Sarajeva-Plevalja-Novog Pazara-Prištine-Leskovca ima prelazne tipove od prvog prema drugom osnovnom režimu. Na jugu, u dosta širokom pojasu od Pljevalja do Leskovca i Vranja podela kiše po mesecima je ravnomernija nego kod vardarskog tipa, ali se ipak dosta jasno ističu dva maksimuma, u junu i oktobru, sa podjednakom količinom kiše, a između njih je nešto izrazitiji minimum u januaru, i slabiji u avgustu. U okolini Sarajeva, oko središnog dela Jugoslavije, otprilike od Travnika do Višegrada i Foče, kiša je raspoređena po mesecima najravnomernije, jer razlika između najkišovitijeg i najsuvljeg meseca nije veća od 3,5%.

Visoke planine odlikuju se time što pored dosta veće količine padavina, imaju i veći broj dana sa padavinama, nego što je to slučaj kod okolnih dolina i ravnica. Tako npr. Bjelašnica ima u toku godine prosečno 181 dan sa padavinama, a to je za 13,6% više nego u Sarajevu (159 dana). Pored toga, na visokim planinama najviše padavina padne u obliku snega, sa izuzetkom onih koje su bliske moru. Na Bjelašnici sneg padne u srednju ruku u 109 dana godišnje, tj. češtinom od 60,3% svih

Tablica 54. Srednje mesečne i godišnje visine padavina u mm u Jugoslaviji

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Ljubljana	80	68	101	111	116	145	131	145	150	168	130	109	1454
Maribor	43	46	61	80	100	113	109	115	113	110	75	64	1029
Split	80	64	82	77	65	54	31	41	75	113	106	112	900
Dubrovnik	158	121	118	114	64	69	41	46	106	181	165	178	1361
Kotor	182	180	185	174	128	95	42	52	116	226	239	239	1858
Crkvice	504	468	535	436	269	156	73	77	257	617	814	728	4934
Fužine	214	209	296	252	212	215	128	135	232	385	338	276	2892
Zagreb	49	44	59	70	84	96	81	84	85	105	80	63	900
Osijek	42	35	51	69	79	84	60	61	57	71	56	46	711
Sarajevo	61	60	69	73	82	91	60	67	81	97	78	69	888
Bjelašnica	184	181	203	205	169	147	107	106	135	186	163	181	1967
Mostar	102	94	120	129	93	71	46	53	96	158	142	143	1247
Cetinje	472	398	448	283	204	143	46	90	185	637	624	651	4181
Berane	43	60	61	58	76	70	49	51	61	111	65	88	793
Skoplje	35	27	33	42	57	42	21	24	31	60	37	64	473
Bitolj	42	54	50	54	59	53	34	36	49	74	77	95	677
Štip	36	26	36	49	66	50	23	36	31	59	43	64	519
Novi Sad	35	31	49	48	69	61	47	62	48	71	48	44	613
Vršac	45	35	38	46	91	83	60	65	57	61	43	59	683
Beograd	46	37	48	53	82	76	57	72	47	65	49	56	688
Kragujevac	42	33	55	59	93	85	53	54	40	61	47	55	677
Zaječar	38	30	30	53	75	67	55	53	32	62	46	66	607
Niš	37	31	34	50	77	68	36	46	27	68	44	53	571
Paraćin	36	21	54	67	80	86	45	49	36	65	35	43	617
T. Užice	49	44	54	57	77	102	75	77	62	68	73	64	802
T. Mitrovica	29	30	30	41	67	54	38	43	33	77	44	64	550
Peć	56	71	62	68	92	73	48	41	48	124	93	116	892

dana sa padavinama. Naravno najviše je snega u zimskim mesecima, ali nije jedini oblik, jer na Bjelašnici pada u toku zime snega 98,0%.

Za sve planinske krajeve, bez izuzetka, je pravilo, da sneg mnogo češće pada u proleće nego za vreme jeseni, svakako što je jesen prilično toplija od proleća. Na Bjelašnici sneg pada u proleće čestinom od 78,4%, u jesen čestinom od 49,3%, tj. za 29,1% ređe.

Mesečni i godišnji pregled padavina u našoj zemlji za izvesna mesta vidi se u tablici 54.

59.5 VETROVI

Preovlađujući vetrovi u našoj zemlji su posledica opšteg rasporeda atmosferskog pritiska u raznim mesecima. Odgovarajući barometarskoj depresiji na Jadranu i istočnom Mediteranu, a visokom atmosferskom pritisku oko istočnog dela Rumunije, u zimskim mesecima preovlađuju vetrovi iz severoistočnog kvadranta.

U slivu Vardara vetrovi zimi duvaju sa severa, a na severoistoku duvaju iz raznih pravaca. Otprilike istočno od planine Papuka i reke Bosne, pa do Tise, duvaju vetrovi sa severa i severozapada, a istočno od Morave pa do Tamiša duva jugoistočni vetar, tzv. k o š a v a. Ovaj i preovlađujući severozapadni vetar sučeljavaju se između Tamiša i Begeja, te u zapadnom Banatu duvaju zapadni i jugozapadni vetrovi.

U julu se javljaju razlike između hladnijih i toplijih časova dana. Vetar iz severoistočnog kvadranta duva u ranom jutru u obližnjim krajevima Jadrana, u severozapadnom delu Slovenije, Hrvatske i Bosne, zatim u Dalmaciji i u malom delu Crne Gore. Istočno odatle preovlađuju vetrovi sa zapada i severozapada, a između Tamiša, Morave i istočne državne granice duva južni i jugoistočni vetar. Po podnevu se pravci vetrova naročito promene u najzapadnijim krajevima. Na ostrvima i u Primorju preovlađuju severozapadni i zapadni vetrovi; dalje u unutrašnjosti preovlađuju vetrovi sa jugozapada i juga, verovatno zbog znatno veće razlike u temperaturi kopna i mora, dok u slivu Drine i Morave i u Srbiji uopšte preovlađuje vetar sa zapada i jugozapada, a u oblasti severno od Dunava i Save i istočno od Čazme, duva poglavito vetar sa zapada-severozapada.

U slivu Vardara smenjuju se u raznim kotlinama vetrovi iz suprotnih pravaca, ali je prosečni preovlađujući pravac vetra iz severnog kvadranta.

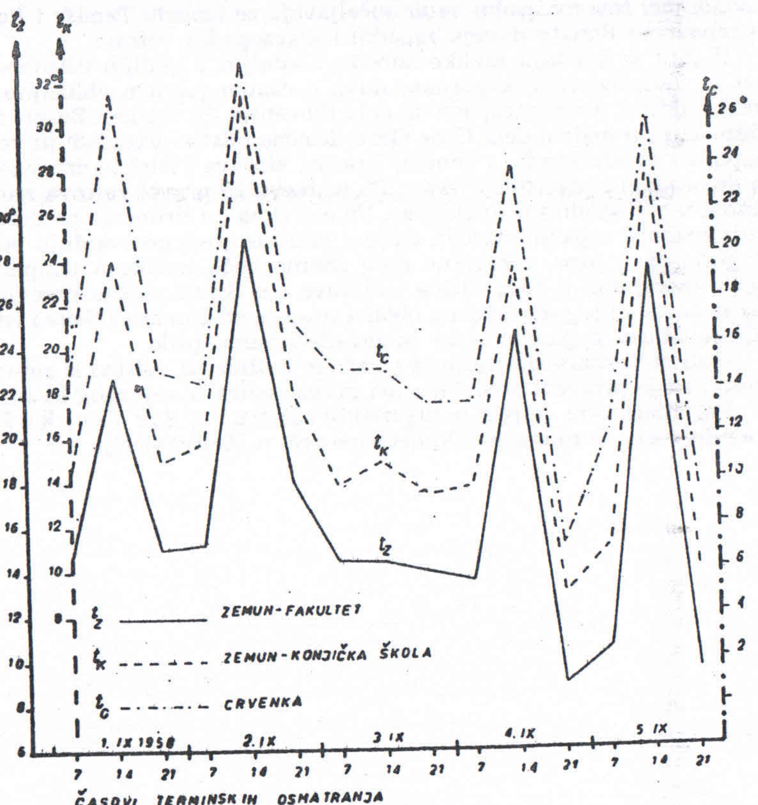
Karakteristični vetrovi u Jugoslaviji su: b u r a, š i r o k o, k o š a v a i v a r d a r a c. O njima je bilo detaljno reči u Meteorologiji.

IX

OBRADA METEOROLOŠKIH ELEMENATA

60. KRITIČKA PROVERA METEOROLOŠKIH ELEMENATA

Pre nego što se počne sa obradom meteoroloških elemenata, radi dobijanja klimatskih elemenata, potrebno je da se izvrši kritička provera istih. Kritička provera meteoroloških elemenata vrši se na dva načina, i to: pronalaženjem slučajnih momentanih pogrešaka pri osmatranju pojedinih meteoroloških elemenata i pronalaženjem uzroka koji uslovljavaju stalna odstupanja u dužem nizu osmatranja meteoroloških elemenata.

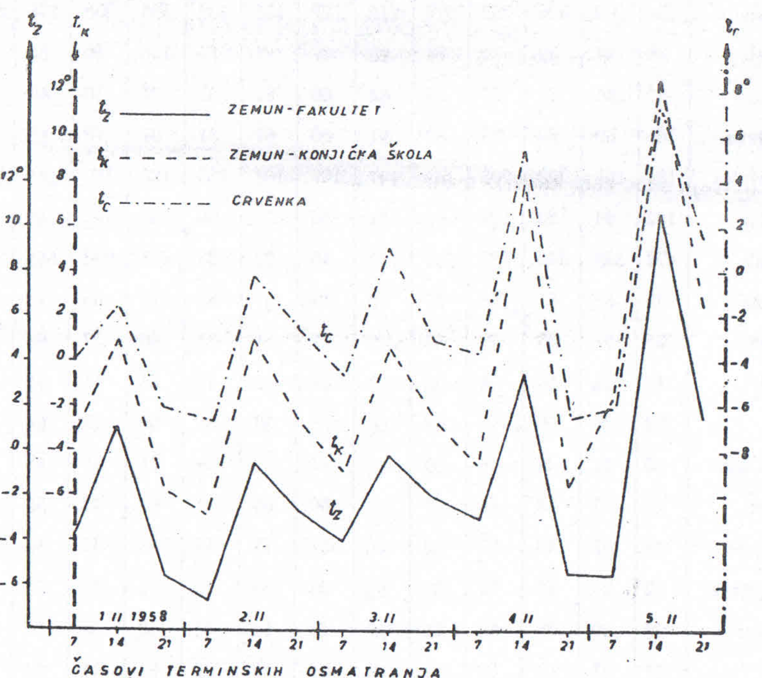


Sl. 39. Tok pročitane temperature vazduha od 1. do 5. IX 1958. god.

60.1 PRONALAŽENJE SLUČAJNIH GREŠAKA

Slučajne greške pri meteorološkim osmatranjima mogu da se dogode od strane samog osmatrača, koji pogrešno pročita neku brojnu vrednost na instrumentu (npr. temperaturu, vazdušni pritisak i dr.) ili pogrešno obračuna neku veličinu (npr. napon vodene pare, relativnu vlažnost i dr.). Slučajna odstupanja mogu da budu zabeležena i na registrirnim instrumentima, usled neke više sile, kao što su npr. izvesni potresi termometarskog zaklona, potresi samog registrirnog instrumenta, snežni nanosi u termometarskom zaklonu itd.

Ovakve greške mogu da se ustanove odmah po njenom nastanku, ili na kraju meseca kada se vrši kritička provera brojnih vrednosti meteoroloških elemenata za protekli mesec. Kritička provera na kraju meseca vrši se na sledeći način:



Sl. 40. Tok pročitane temperature vazduha od 1. do 5. II 1958. god.

Nacrtaju se mesečni tokovi pojedinih meteoroloških elemenata za protekli mesec za nekoliko meteoroloških stanica koje nisu jako udaljene jedna od druge i koje se nalaze pod približno jednakim orografskim uslovima. Ukoliko nije bilo slučajnih grešaka pri meteorološkim osmatranjima, tada će krive mesečnih tokova biti približno paralelne među sobom za sve stanice. Ako se pri osmatranju desila neka greška na nekoj meteorološkoj stanici paralelnost krive linije na toj stanici se remeti u odnosu na druge stanice.

Na slici 39. prikazan je primer temperature vazduha na tri meteorološke stanice, i to: Zemun — Konjička škola, Crvenka i Zemun — Poljoprivredni fakultet, za vreme od 1. do 5. septembra 1958. godine. Tokovi temperature za ovih 5 dana prikazani su prema vrednostima koje su pročitane u terminskim časovima osmatranja (7,14 i 21 čas po lokalnom vremenu).

Kao što se na slici 39. vidi krive toka temperature se dosta dobro podudaraju, tj. postoji približna paralelnost između njih. Na osnovu ovakve slike može se izvesti zaključak, da su pročitane brojne vrednosti temperature vazduha, na navedenim trima stanicama ispravne, odnosno pouzdane.

Na slici 40. prikazan je na isti način takođe primer temperaturnog toka za iste tri meteorološke stanice ali za vreme od 1. do 5. februara 1958. gadine.

Kao što se na slici. 40. vidi krive temperaturnog toka su dosta dobro paralelne od 1. do 4. II (do 21 čas) a zatim se ta paralelnost remeti, za vrednosti koje su pročitane u 7 časova 5. II, i to na meteorološkoj stanici Zemun — Konjička škola, i vrednosti na meteorološkoj stanici Crvenka koje su pročitane u 14 časova. Na osnovu ovakvog toka krivih linija može se izvesti zaključak da su vrednosti temperature vazduha pogrešno pročitane, i to: 4. II 1958. u 7 časova na stanici Zemun — Konjička škola, i istog dana u 14 časova na stanici Crvenka. Kako se ovakve vrednosti ispravljaju biće reči kasnije u članu 62.3

60.2 PRONALAŽENJE STALNIH UZROKA KOJI UTIČU NA SISTEMATSKE PROMENE PROČITANIH METEOROLOŠKIH ELEMENATA

Kada se posmatra neki meteorološki elemenat u toku dužeg niza osmatranja, onda se može često primetiti nagli skok ili postepena sistematska promena tog elementa. Uzroci za ovakve promene dotičnog meteorološkog elementa su različiti, ali najčešće nastaju iz sledećih razloga: 1. promena klime, 2. promena mikroklime u oblasti meteorološke stanice, 3. zamena nekog meteorološkog instrumenta drugim instrumentom iste vrste, ali koji ne pokazuje tačne vrednosti dotičnog meteorološkog elementa, 4. izmena postavljanja nekog meteorološkog instrumenta (npr. promena visine vetrokaza) ili izmena metodike osmatranja (npr. osmatranja u 7, 14 i 21 časova zameniti osmatranjima u 1; 7, 13 i 19 časova) i 5. subjektivna greška koju stalno čini novi osmatrač prilikom osmatranja nekog meteorološkog elementa.

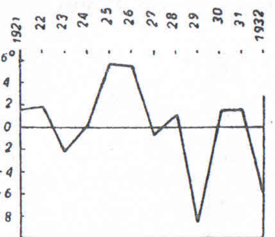
Ovakav niz meteoroloških osmatranja, u kome promene nekog meteorološkog elementa nisu nastale usled izvesnih prirodnih uzroka, naziva se n e h o m o g e n. Inače niz osmatranja meteoroloških elemenata, gde su promene pojedinih elemenata nastale usled toka vremena u odgovarajućem mestu ili predelu, naziva se h o m o g e n.

Ustanovljavanje i otklanjanje brojnih efekata kod nehomogenih nizova osmatranja je najvažniji zadatak pri kritičkoj proveri meteoroloških elemenata. Nehomogenost promena u nizu osmatranja nekog meteorološkog elementa, ne može da se ustanovi ako se imaju na raspolaganju podaci samo od jedne meteorološke stanice. Jer kao što je poznato, svi meteorološki elementi su izloženi u kraćem ili dužem vremenu kako periodskim tako i neperiodskim promenama, pa se ne može ustanoviti, da li se promena dogodila usled prirodnih ili neprirodnih uzroka. Prema tome,

izlazi da se *apsolutna homogenost* ne može ustanoviti, već se može ustanoviti samo *relativna homogenost* u odnosu na isti niz osmatranja na nekoj drugoj bliskoj stanici (69).

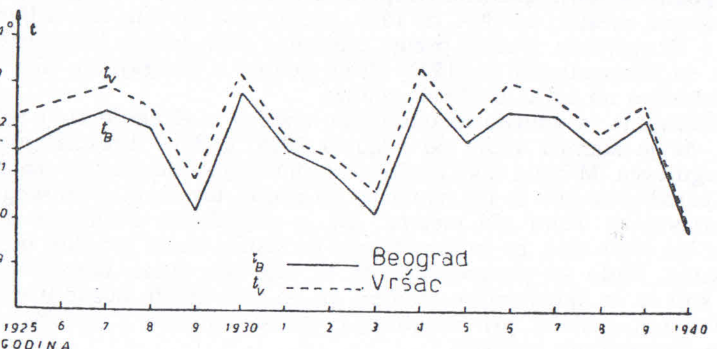
Kao primer prikazuje se na slici 41. odstupanje srednje februarske temperature u Sarajevu od aritmetičke sredine, koja iznosi —0,2°, u periodu 1921/32 godine (70, slika 36).

Kao što se na slici 41. vidi u februaru 1929. godine bilo je veliko sniženje temperature u Sarajevu. Može se odmah postaviti pitanje, da li je ovo sniženje posledica prirodnih uzroka ili je možda nešto drugo po sredi. Ako se ne bi imali podaci temperature vazduha za februar 1929. godine sa neke druge stanice koja nije mnogo udaljena od Sarajeva, na ovo pitanje se ne bi moglo pouzdano odgovoriti. Međutim, kada se uzmu u obzir srednje temperature februara 1929. godine za ostala mesta u Jugoslaviji, onda se vidi da su one bile niske u celoj zemlji pa se, prema tome, može zaključiti da su podaci Sarajeva tačni.



Sl. 41. Devijacija februarske temperature vazduha u Sarajevu od prosečne vrednosti u periodu 1921—1932. godine

Jedna jednostavna metoda za određivanje homogenosti nekog meteorološkog elementa u nizu osmatranja sastoji se u grafičkom predstavljanju toka dotičnog elementa za dve ili više stanica koje nisu jako udaljene jedna od druge. Kao primer prikazaće se srednje godišnje temperature vazduha za period 1925—1940. godine u Beogradu, Vršcu i Kragujevcu. Na slici 42. prikazane su srednje godišnje temperature vazduha za Beograd (t_B) i za Vršac (t_V), čije je međusobno rastojanje oko 75 km.

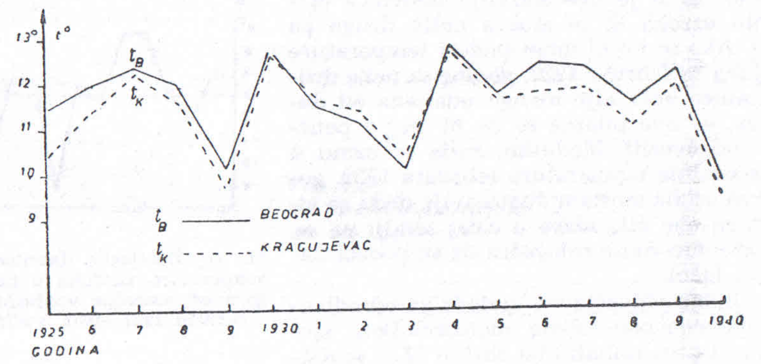


Sl. 42. Srednja godišnja temperatura vazduha

Kao što se na slici 42. vidi krive t_B i t_V su dosta dobro paralelne. Izvesna anamolija se javlja samo 1940. godine kada je dosta mala razlika između srednjih godišnjih temperatura u Beogradu i Vršcu. Može se izneti da meteorološke stanice u Beogradu i Vršcu nisu menjale svoje lokacije u periodu 1925—1940. godine. Naročito je karakteristično, da je u Vršcu za sve ovo navedeno vreme bio jedan isti meteorološki osmatrač, dok su u

Beogradu (kod Meteorološke opservatorije) osmatranja vršila 2 ili 3 osmatrača naizmenično. Ipak može se pretpostaviti da su osmatranja u Beogradu tačna, jer su ih vršili profesionalni osmatrači.

Prema slici 42. može se zaključiti da su vrednosti temperature vazduha u Vršcu i Beogradu ispravne za period 1925—1940. godine, odnosno da su nizovi osmatranja temperature homogeni. Međutim, na slici 43. prikazane su srednje godišnje temperature vazduha za Beograd i Kragujevac takođe za period 1925—1940. godine. Rastojanje između Beograda i Kragujevca je oko 95 km.



Sl. 43. Srednja godišnja temperatura vazduha

Temperaturne krive t_B i t_K nisu paralelne u celom nizu od 1925—1940. godine. Od 1925. do 1930. godine srednje godišnje temperature su bile više u Beogradu nego u Kragujevcu. Međutim, od 1931. do 1933. godine srednje godišnje temperature su bile više u Kragujevcu nego u Beogradu, a zatim od 1934. do 1940. godine opet su bile više u Beogradu nego u Kragujevcu. Sudeći prema odnosima ovih krivih linija dobija se utisak da temperaturni niz 1925—1940. godina u Kragujevcu nije homogen, naročito od 1931. do 1933. godine.

Proučena je istorija meteorološke stanice u Kragujevcu i ustanovljeno, da je stanicu vodio do avgusta 1935. godine direktor gimnazije u Kragujevcu Mihailo Ilić profesor matematike. Stanica se nalazila u bašti pored kuće gde je Ilić stanovao na padini tzv. Stanovljanskog polja, na nadmorskoj visini 176 metara. Ali, u poslednjim godinama direktor Ilić je bio dosta star, pa su osmatranja na stanici vršili pojedini učenici iz gimnazije. Može se pretpostaviti da to nije bio jedan učenik već više njih, koji su se naizmenično menjali, pa se zato moglo dogoditi različitih subjektivnih grešaka pri osmatranju, što se odrazilo i na srednje godišnje temperature vazduha.

Od avgusta 1935. godine meteorološka stanica u Kragujevcu je bila na periferiji tzv. Divljeg polja prema naselju Sušici, na nadmorskoj visini 206 metara. Osmatranja su vršili vojni osmatrači (naizmenično svaki drugi dan) koji su se smenjivali svake godine po odsluženju vojnog roka. Otuda se može pretpostaviti da niz osmatranja temperature u Kragujevcu nije homogen i da ga treba popraviti.

Na ovaj način mogu se prikazati srednje mesečne temperature za pojedine mesece a za čitav niz godina, na dve ili više meteoroloških stanica, i tako se ustanoviti homogenost niza temperature za izvestan broj godina.

Određivanje homogenosti se može izvršiti grafičkim putem, kao što je napred izneto, ali je mnogo sigurnije kada se homogenost određuje pomoću proračunavanja diferencije nekog meteorološkog elementa za dve susedne stanice ili pomoću količnika takođe za dve susedne stanice. Kako se to izračunava može se videti u udžbeniku »Klimatološka statistika« str. 173—176 od P. Vujevića, Beograd, 1956. godina. Međutim, taj metod neće se ovde navoditi, jer izlazi iz okvira programa za koji je ovaj udžbenik namenjen.

61. OBRADA SUNČEVOG ZRAČENJA

Ovde će se prikazati obrada podataka intenziteta globalnog sunčevog zračenja i dužine trajanja sunčeva sjaja. Oba ova elementa se registruju na nekim meteorološkim stanicama u našoj zemlji. Značaj intenziteta globalnog zračenja i dužine trajanja sunčeva sjaja je veliki u poljoprivredi.

61.1 ODREĐIVANJE INTENZITETA GLOBALNOG ZRAČENJA

Intenzitet globalnog zračenja meri se u našoj zemlji pomoću Robitzschevog aktinografa (2). Intenzitet zračenja, koji se dobija pomoću ovog instrumenta, izražava se u džulima i odnosi se na horizontalnu površinu od 1 m^2, u vremenu od 1 sekunde.

Trake od hartije na kojima se vrši registrovanje intenziteta globalnog zračenja izdeljene su od $0 - 1400 \frac{W}{m^2}$, kao što se vidi na slikama 44 i 45.

Svaki horizontalni podeljak na trakama predstavlja vrednost od $100 \frac{W}{m^2}$, dok svaki vertikalni luk predstavlja vreme od 30 minuta. Celi časovi su obeleženi brojevima od 20 do 24 i od 1 do 22 časa.

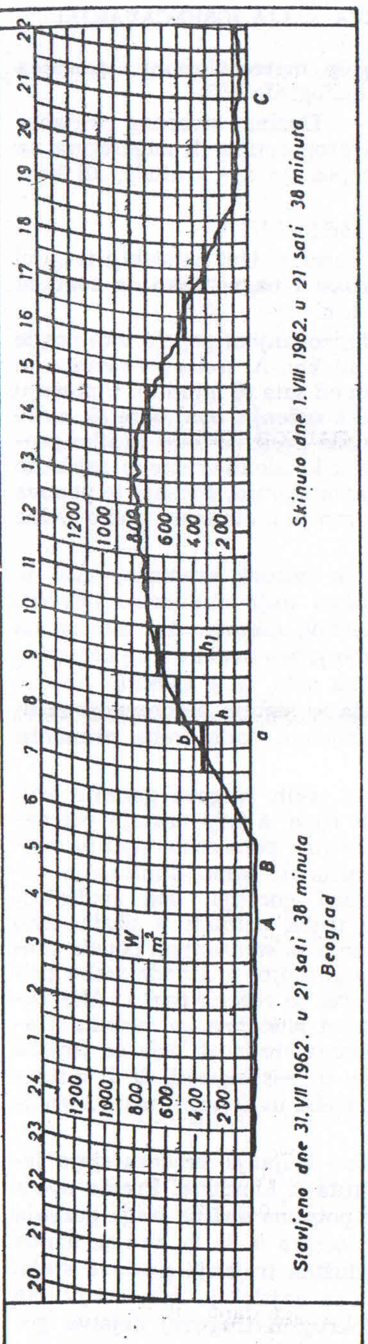
Pre početka izračunavanja treba ustanoviti nultu liniju. Za svaki dan se kao nulta linija uzima obično linija koju je pero pisalo prethodne noći (71). Na primer za bazu na slici 44. uzima se linija koju je pero pisalo noću između 31. VII i 1. VIII 1962. godine od 4 do 5 časova. To je prava AB. Ovu pravu treba produžiti do tačke C koja odgovara podeljku 21 časova 1. VIII. Dalje izračunavanje vrši se na sledeći način:

a) *Momentane vrednosti.* — Pod momentanim vrednostima podrazumeva se količina zračne energije u džulima u sekundi, odn. vatima na 1 m^2 horizontalne površine. Pri izračunavanju ovih vrednosti treba uzeti u obzir visinu od nulte linije do preseka registrirne krive sa odgovarajućim horizontalnim podeljkom. Tako bi npr. momentalni intenzitet globalnog zračenja u 8 časova 1. VIII 1962. godine bio $460 \frac{W}{m^2}$ (vidi h = ab). Na taj način se u toku dana za svaki momenat, odnosno sekund odredi intenzitet globalnog zračenja. Ovo važi za dane kada je srednja podnevna visina sunca 60^0 iznad horizonta. Za ostale dane pročitane vrednosti na traci treba pomnožiti jednim faktorom (F), koji za Robitzschev aktinograf № B. 7133 ima vrednost:

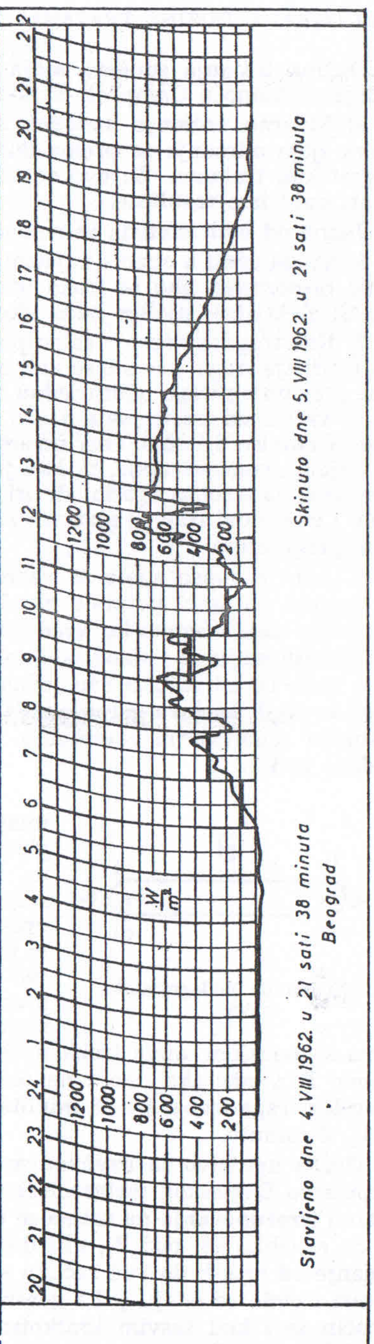
$$F = 0{,}734 + 6{,}41 \times 10^{-3} h_0 - 3{,}3 \times 10^{-5} h_0^2 \quad \ldots \quad (1)$$

U jednačini (1) je h_0 podnevna visina sunca toga dana i izračunava se pomoću sledeće jednačine:

$$h_0 = (90 - \varphi) \pm \delta \quad \ldots \quad (2)$$



Sl. 44. Traka sa registrovanom krivom linijom intenziteta globalnog sunčevog zračenja u toku vedrog dana



Sl. 45. Traka sa registrovanom krivom linijom intenziteta globalnog sunčevog zračenja pri vremenu sa promenljivom oblačnošću

u kojoj je φ-geografska širina meteorološke stanice izražena u celim i desetim delovima stepena, dok je δ deklinacija sunca za taj dan; (+) se uzima kad je deklinacija pozitivna a (—) kada je deklinacija negativna. Podatak za deklinaciju se može dobiti za svaki dan sa Astronomske opservatorije u Beogradu, i on se takođe daje u celim i desetim delovima stepena. Jednačina (1) važi samo za aktinograf № B. 7133 koga je izradila firma R. Fuess iz Berlina, a ova jednačina je dobijena na osnovu baždarenja ovog aktinografa sa normalnim Ångstroem - Pyrheliometerom № B. 7131 (72).

Na osnovu jednačina (1) i (2) mogu se izračunati vrednosti za F za svaki dan i napraviti izvesna tablica, koja služi kao pomoćno sredstvo pri određivanju intenziteta globalnog sunčevog zračenja.

b) *Časovne vrednosti.* — Pri izračunavanju časovnih vrednosti globalne zračne energije koja padne na cm² horizontalne površine postupa se na sledeći način:

— Odredi se prvo nulta linija, kao što je napred rečeno.

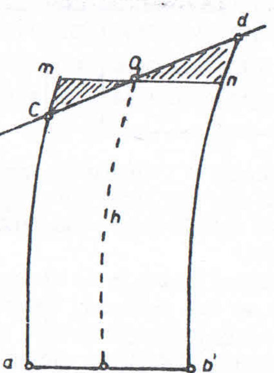
— Odredi se srednji intenzitet globalnog zračenja u toku jednog časa (J_0).

— Nađeni intenzitet (J_0) se pomnoži sa faktorom (F) koji je izračunat prema jednačinama (1) i (2).

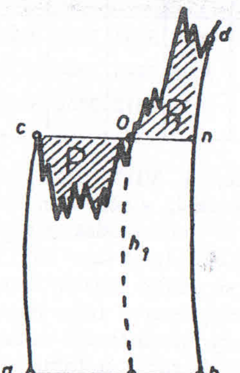
— Dobiveni rezultat iz proizvoda ($J_0 \times F$) treba još pomnožiti sa 3600, pa se prema tome dobije suma zračenja u J/m² čas.

Međutim, pri izradi tablice za faktor F može se ova tablica izraditi za proizvod F X 3600, pa se na taj način iz tablice odmah dobije ukupna suma globalnog zračenja u toku jednog časa.

Srednji intenzitet zračenja (J_0) u toku jednog časa određuje se na sledeći način:



Sl. 46. Određivanje srednjeg časovnog globalnog intenziteta sunčevog zračenja pri vedrom vremenu



Sl. 47. Određivanje srednjeg časovnog globalnog intenziteta sunčevog zračenja pri promenljivoj oblačnosti

Pri vedrom vremenu. — U toku jednog časa pre podne aktinografsko pero će zabeležiti neku liniju *cd* (slika 46.). Površinu trapeza *abcd* ograničavaju odozdo nulta linija *ab*, odozgo kriva registracije *cd*, a sa obe strane časovne ordinate *ac* i *bd*. Ovu površinu (*abcd*) treba pretvoriti

u pravougaonik (*abmn*). Pretvaranje se vrši na taj način, što se tačka *o* na krivoj registracije *cd* izabere tako, da kada se kroz nju povuče prava *mn*, koja je paralelna nultoj liniji *ab*, trouglovi *omc* i *ond* treba da budu među sobom jednaki. Kako se trougao *omc* nalazi iznad krive registracije *cd* a trougao *ond* ispod ove krive, to će površina trapeza *abcd* biti ravna površini pravougaonika *abmn*.

Srednji intenzitet globalnog zračenja (J_0) u toku jednog časa biće ravan visini *h* na slici 46.

Pri promenljivoj oblačnosti. — Pri promenljivoj oblačnosti kriva registracije *cd* može izgledati kao na slici 47. Postupak za pretvaranje nepravilne površine *abcd* u pravougaonik *abcn* je isti kao i kod vedrog vremena. Potrebno je samo izabrati tačku o (na krivoj *cd*) tako, da kada se kroz nju povuče prava *cn*, bude šrafirana površina P ravna šrafiranoj površini P_1.

Srednji intenzitet zračenja (J_0) u toku jednog časa biće takođe ravan visini h_1 na slici 47.

Visina h_1 na slici 47 ne mora da deli pravougaonik abcn na dva jednaka dela, ali je glavno da šrafirane površine P i P_1 budu među sobom jednake.

U tablici 55. prikazan je korekcioni faktor koji je izračunat prema jednačinama (1) i (2) i pomnožen sa 3600

Tablica 55. Korekcioni faktor za Robitzschev aktinograf No B. 7133 – **pomnožen sa 3600**

Meseci Dautm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	3096	3204	3348	3492	3600	3672	3672	3636	3528	3420	3240	3132
10	3096	3240	3384	3528	3636	3672	3672	3600	3492	3348	3204	3096
20	3132	3312	3456	3564	3636	3672	3636	3564	3456	3312	3168	3096

Primer: 1. VIII 1962. godine između 9 i 10 časova srednji časovni intenzitet iznosi $J_0 = 640\ W/m^2$ (vidi h_1 na slici 44). Suma globalnog zračenja koju je primio 1 m^2 horizontalne crne površine od 9 do 10 časova toga dana iznosi $3636 \times \times 640 = 2327040\ J/m^2$ čas $= 2327\ kJ/m^2$ čas.

Kad se ovako odrede sume globalnog zračenja za vremenski razmak od po jednog časa u toku dana, onda se sve dobivene časovne vrednosti saberu a zbir predstavlja sumu globalnog zračenja u toku dana. Sabiranjem dnevnih suma u toku jednog meseca dobiju se mesečne sume globalnog zračenja. Podelom mesečnih suma sa brojem dana u mesecu dobije se prosečna dnevna suma globalnog zračenja u dotičnom mesecu.

Ako se mesečne sume globalnog zračenja saberu za svaki pojedini mesec, a za duži niz godina, pa taj zbir podeli sa brojem godina, dobiće se prosečne sume globalnog zračenja za svaki mesec.

U tablici 5. prikazane su prosečne vrednosti dnevnih suma globalnog zračenja u Beogradu, Zagrebu i Beču za duži niz godina, Ako se te vrednosti iz tablice 5. pomnože sa brojem dana dotičnog meseca dobiće se prosečne sume za svaki mesec.

61.2 OBRADA DUŽINE TRAJANJA SUNČEVA SJAJA (OSUNČAVANJA)

Dužina trajanja sunčeva sjaja na našim meteorološkim stanicama određuje se pomoću Campbell-Stokesovog heliografa (32).

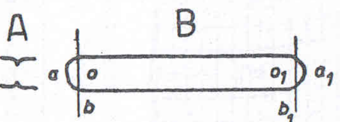
a) *Stvarno trajanje sunčeva sjaja.* — Dužina stvarnog trajanja sunčeva sjaja određuje se prema dužinama progoretina ili nagoretina na heliografskim trakama. Za ovo određivanje postoje dve metode, ali koje u stvari daju iste rezultate.

Jedna od ovih metoda je nemačka i glasi:

1. Treba uzeti u obzir i najslabiji trag gorenja. Ovi najslabiji tragovi se lako raspoznaju, ako se traka uzme u ruku i nagne tako da svetlost sunca ili električne sijalice pada ukoso na nju.

2. Kod tragova gorenja sa potpunim obrazovanjem pepela, ako negde postoji suženje traga, kao što se vidi na slici 48. kod A, treba pri računanju dužine progorelog traga odbiti *jednu desetinu* od sata (6 minuta). U slučaju da se za vreme od jednog sata nalazi više od 4 suženja, ovaj odbitak može da iznosi najviše 0,4 sata. Ova suženja u stvari predstavljaju kratke prekide trajanja sunčeva sjaja, tj. kad je oblak u kratkom vremenu zaklonio sunce i trag na traci se ugasio, ali pri ponovnom sijanju, gorenje je ponova nastalo i ovaj novi trag se sastavio sa onim ranijim, ali samo preko jedne sužene progoretine.

3. Ako je sunce sijalo za veoma kratak razmak vremena, onda je trag gorenja na traci potpuno okruglog oblika (nije eliptičan). Takvom tragu treba dati vremensku vrednost od jednog minuta. Ali, ako se na traci, na rastojanju od jednog sata nalazi samo jedan ovakav trag okruglog oblika, onda se on računa kao jedna desetina sata, tj. 6 minuta. Ako se između kružnih tragova gorenja nalaze mesta sa slabim sagorevanjima ili se krugovi sagorevanja završavaju finim šiljcima, tada treba primeniti navedeno pod 1.



Sl. 48. Obrada heliografskih traka

4. Kod jakih tragova gorenja koji imaju oblik rupa, a koji nastaju pri naglom prestanku i ponovnom sijanju sunca, treba računati samo unutrašnje rastojanje traga gorenja, dok spoljašnji prostor ne treba uzimati u obzir. Ako bi trag gorenja sa stvaranjem pepela prešao u slabo gorenje, to i ovde treba primeniti ono što je rečeno pod 1. Ako postoje sumnjivi slučajevi sa širokim tragovima sa pepelom, onda treba uvek uzeti onu vrednost koja se smatra manjom. To znači: ako smo u nekom slučaju u neizvesnosti, da li dužina progorelog traga iznosi 6 ili 8 minuta, onda treba uvek uzeti manju vrednost tj. 6 minuta.

Drugo uputstvo za izračunavanje dužine trajanja sunčeva sjaja jeste uputstvo Engleskog meteorološkog instituta u Londonu. Prema ovom uputstvu izračunavanja ne uzima se u obzir potpuna dužina traga gorenja od a do a_1 (slika 48. pod B), niti dužina od centra 0 do 0_1, već se uzima rastojanje od crte b do b_1 i računa se kao dužina trajanja sunčeva sjaja. U stvari i ovde se čitaju još i gorenja koja se najslabije raspoznaju. Na taj način se i kod sasvim kratkotrajnih (okruglih tragova) dejstva gorenja dobija konačno stvarno trajanje sunčeva sjaja.

Na slici 49. predstavljen je jedan primerak trake koji i prema nemačkom i prema engleskom uputstvu daje isto vreme trajanja sunčeva sjaja, tj. 4,9 časa odnosno 4 časa i 54 minuta.



Sl. 49. Progoretine na heliografskoj traci

Ovako se odrede vrednosti za svaki dan u mesecu ali po pojedinim časovnim razmacima. Mesečni obrazac u koji se ove vrednosti ubeležavaju ima ovakav izgled:

Mesečni izveštaj dužine sunčeva sjaja

	Č a s o v i										
	4—5	5—6	6—7	7—8	. , .	11—12	Zbir	12—13	13—14	. .	Zbir	Ukup.
1												
2												
3												
4												
.												
.												
30												
31												
Suma												

Dužine trajanja sunčeva sjaja izražavaju se celim brojevima od 1 do 10 ili u desetim delovima od sata. Tako npr. ako je progoreli trag neprekidan od jedne do druge duže vertikalne crte znači da je sunce neprekidno sijalo celog tog časa, pa se to obeležava sa 10 ili sa 1,0 i upisuje u gornji obrazac. Ako je progoreli trag kraći uzima se manji celi broj prema dužini progoretine, npr. 8 odnosno 0,8 ili 6 odnosno 0,6.

U izneti obrazac se upišu brojne vrednosti dužine trajanja sunčeva sjaja u jednom mesecu po danima, a po razmacima od po jednog sata. Za svaku godinu, za jedno mesto, dobije se ovakvih 12 mesečnih izveštaja iz kojih se zatim izradi 1 godišnji izveštaj koji ima sledeće rubrike (v. na str. 193).

Kada se imaju na raspoloženju podaci dužine trajanja sunčeva sjaja za više godina, onda se za svaki mesec izračunavaju sume dužine trajanja za taj duži niz godina. Prosečne sume se sračunavaju na taj način, što se mesečne sume saberu za svaki pojedini mesec, a za duži niz godina, pa se dobiveni zbir podeli sa brojem godina.

U tablici 22. nalaze se srednje dužine trajanja sunčeva sjaja u Beogradu za period 1925—1960. godine u časovima.

b) *Potencijalno (moguće) trajanje sunčeva sjaja.* — Ovo trajanje predstavlja ukupno moguće trajanje sunčeva sjaja u časovima, kada bi zemlja bila ravna i kada uopšte ne bi bilo oblaka. U stvari, to je ukupan broj časova u kojima se sunce u toku dana nalazi izand horizonta, tj. od

Godišnji izveštaj dužine trajanja sunčeva sjaja u časovima

Mes.	P r e p o d n e							P o s l e p o d n e					Meseč. suma
	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	..	11—12	Suma	12—13	13—14	..	19—20	Suma	
I														
II														
III														
.														
.														
.														
XI														
XII														
God.														

izlaska do zalaska. Potencijalno trajanje sunčeva sjaja zavisi od geografske širine i doba godine. Kako se naša država nalazi između 40 i 47° severne geografske širine, to je moguće trajanje osunčavanje na ovim geografskim širinama dato u tablici 56.

Tablica 56. Potencijalno (moguće) trajanje sunčeva sjaja u časovima

Mes. / Geogr. šir.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
40°	300,9	(311,0) 299,7	371,0	398,6	446,2	448,9	455,2	425,1	373,5	345,2	299,4	290,6
41°	298,2	(309,5) 298,2	370,8	399,9	449,0	452,0	458,3	426,9	374,0	344,1	297,0	287,3
42°	295,3	(307,8) 296,6	370,6	401,1	451,8	455,1	461,4	428,7	374,3	343,1	294,9	284,5
43°	292,5	(306,4) 295,2	370,5	402,5	454,7	459,4	464,9	430,7	374,8	341,9	292,1	280,8
44°	289,4	(304,8) 293,6	370,2	404,0	457,7	463,0	468,2	432,9	375,0	340,6	289,4	277,5
45°	286,2	(303,1) 291,9	370,3	405,2	460,9	466,6	471,7	435,2	375,8	339,2	286,8	274,1
46°	282,9	(301,4) 290,3	370,0	407,2	463,8	470,9	475,2	437,4	376,0	338,3	284,1	269,6
47°	279,2	(299,8) 288,7	369,9	408,5	467,3	475,1	479,2	439,4	376,6	336,9	281,1	265,8

Brojevi u zagradama važe za prestupnu godinu. Kao što se vidi, potencijalno trajanje sunčeva sjaja sa porastom geografske širine se smanjuje za mesece od X do III, a raste za mesece od IV do IX.

c) *Relativno trajanje sunčeva sjaja.* — Relativno trajanje (r) predstavlja odnos između stvarnog trajanja (a) i potencijalnog trajanja (b) sunčeva sjaja, i izražava se u procentima, tj.:

$$r = \frac{a}{b}\,100\%$$

Relativno trajanje sunčeva sjaja u Beogradu za period 1925—1960. godine prikazano je u tablici 23.

d) *Srednji broj časova sa sunčevim sjajem na jedan dan.* — Ova veličina predstavlja odnos između stvarnog broja časova sa sunčevim sjajem (m) u jednom mesecu i broja dana (n) istoga meseca, tj.:

$$N = \frac{m}{n}$$

gde je N-srednji broj časova sa sunčevim sjajem na jedan dan. Srednji broj časova sa sunčevim sjajem na jedan dan u Beogradu za period 1925—1960. godine prikazan je u tablici 24.

62. OBRADA TEMPERATURE VAZDUHA

Tačan tok temperature vazduha u toku 24 časa registruje jedan osetljivi termograf, ukoliko on nema korekcije, što se u praksi retko događa. Inače ako se pretpostavi, da se temperatura ne menja znatno u toku jednoga sata, tada se mogu sve trenutne temperature u toku toga sata zameniti temperaturom koja je čitana na termometru na kraju dotičnog sata. Tako se u toku jednoga dana dobiju 24 temperaturne vrednosti:

$$t_1,\ t_2,\ t_3\ \ldots\ldots\ t_{24}$$

koje su čitane na kraju celih časova, tj. na kraju 1^{og}, 2^{og}, 3^{eg}, 24^{og} sata.

Međutim, klimatologa ne interesuje samo temperatura već i efekat koji izvesna temperatura proizvodi. Efekat (f) izvesne temperature *t* u vremenu *d* je upravo proporcionalan temperaturi *t* i vremenu *d* za koje ova temperatura deluje, tj.

$$f = k \cdot t \cdot d \qquad (3)$$

gde je *k* — koeficijent proporcionalnosti, tj. ako je $t = 1^0$ a d = jedinica vremena (1 čas) onda je $f = k$. Prema tome, koeficijenat *k* predstavlja efekat u jedinici vremena ako je temperatura u dotičnoj jedinici vremena bila 1^0.

Toplotni efekat *F* temperature vazduha za vreme jednog dana odnosno 24 časa bio bi:

$$F = k\,(t_1 + t_2 + t_3 + \ \ldots\ + t_{24}) \qquad (4)$$

a) *Srednja dnevna temperatura vazduha.* — Kao srednja dnevna temperatura vazduha smatra se ona fiktivna temperatura t_s koja bi za

24 časa proizvela isti efekat *F* kao i temperature: t_1, t_2, t_3 . . t_{24}. To znači, može se staviti, da je:

$$F = 24 \cdot k \cdot t_s \qquad (5)$$

Izjednačenjem jednačina (4) i (5) biće:

$24\,k \cdot t_s = k\,(t_1 + t_2 + t_3 + \ \ldots\ + t_{24})$ odakle izlazi da je:

$$t_s = \frac{1}{24}\,(t_1 + t_2 + t_3 + \ \ldots\ + t_{24}) \qquad (6)$$

Prema tome, srednja dnevna temperatura jednaka je aritmetičkoj sredini iz 24 časovnih temperatura. Ona se u klimatologiji smatra kao prava srednja temperatura jednog dana. To je dakle temperatura koja, ako se pretpostavi da ostaje konstantna za vreme 24 časa, proizvodi isti efekat kao cela serija časovnih temperatura.

Čitanje termometara svakog sata vrši se na malom broju meteoroloških stanica. Isto tako i na malom broju meteoroloških stanica postoje termografi za registraciju temperaturnih promena. Stoga se moralo tražiti načina da se srednja dnevna temperatura vazduha izračunava iz manjeg broja dnevnih osmatranja. Ustanovljeno je da se srednja dnevna temperatura vazduha može dosta tačno odrediti, ako se čitanje termometra vrši triput dnevno, ali je u tom slučaju potrebno, da se jedno čitanje vrši oko časova sa najnižom temperaturom, drugo oko časova sa najvišom temperaturom i treće u ono doba u kome je temperatura bliska srednjoj dnevnoj temperaturi. To su tri karakteristične vrednosti u dnevnom toku temperature. Za Srednju Evropu i naše predele je najbolja kombinacija da se jedno čitanje temperature vrši u 6, drugo u 14 a treće u 22 časa po lokalnom vremenu, tj. u razmacima od po 8 časova. Kako je 6 časova dosta rano, a 22 časa dosta kasno, naročito zimi, to je radi udobnosti osmatrača uvedeno da se osmatranja vrše u 7, 14 i 21 čas po lokalnom vremenu.

Srednja dnevna temperatura (t) izračunava se iz ova tri osmatranja po formuli:

$$t = \frac{t_7 + t_{14} + 2t_{21}}{4} \qquad (7)$$

gde su: t_7, t_{14} i t_{21} — pročitane temperature u 7, 14 i 21 čas.

Postoje i druge kombinacije za određivanje srednje dnevne temperature. Tako se za tropske stanice često koristi formula:

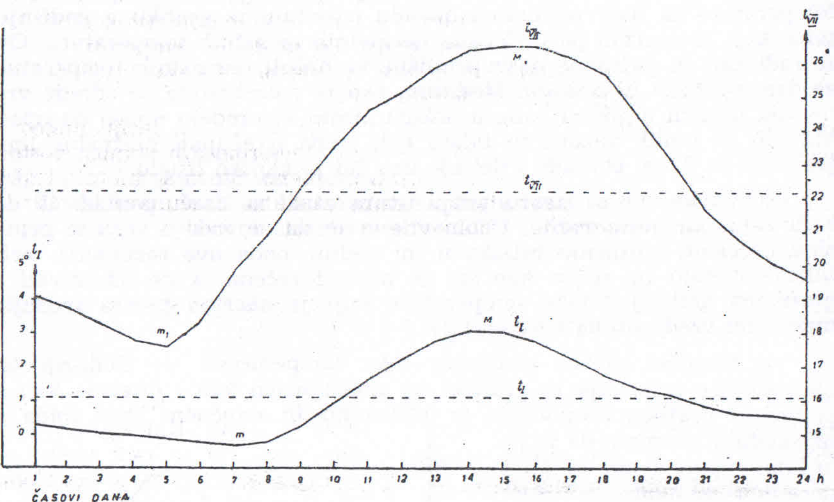
$$t = \frac{t_7 + t_{14} + t_{21}}{3}$$

Ovakva formula se koristi i u nekim evropskim zemljama. Najprostija kombinacija za određivanje približne srednje dnevne temperature jeste:

$$t = \frac{t_x + t_n}{2} \qquad (8)$$

gde je t_x — maksimalna a t_n — minimalna temperatura dotičnog dana. Formula (8) se upotrebljava kada su na dotičnoj meteorološkoj stanici merene samo maksimalne i minimalne temperature vazduha.

b) *Grafički prikaz dnevnog toka temperature vazduha.* — Da bi se podaci temperature u praksi mogli što bolje i lakše iskorišćavati, uobičajeno je da se pored brojnih vrednosti temperaturni tokovi prikazuju još i pomoću grafikona. Grafički prikazi temperature najčešće se crtaju u jednom koordinatnom sistemu, gde se po ordinati uzimaju stepeni temperature, a po apscisi vreme. Vreme se obično uzima na sledeći način: za dnevni tok temperature po apscisi se uzimaju časovi, za mesečni tok dani, i za godišnji tok dani, ili pentade, ili dekade, ili, što je najčešći slučaj, meseci.



Sl. 50. Srednji dnevni tok temperature vazduha u Beogradu za period 1948—1961. godine: t_{VII} — juli; t'_{VII} — prosečna dnevna u julu; t_I — januar; t'_I — prosečna dnevna u januaru

Kada se grafički prikazuje dnevni tok temperature vazduha za ilustraciju u udžbeniku ili nekom časopisu, onda je najbolje uzeti sledeću razmeru: po apscisi 1 cm da predstavlja 1 čas, a po ordinati 1 cm da predstavlja 1°.

Na slici 50. prikazani su dnevni tokovi temperature vazduha u Beogradu za januar i juli, za period 1948—1961. godine.

Kao što se iz slike vidi minimum temperature vazduha u januaru je u 7 časova a u julu u 5 časova (tačke m i m_1), dok je maksimum u januaru između 14 i 15 časova, a u julu između 15 i 16 časova (tačke M i M_1), tj. maksimum temperature u julu zakašnjava 1 sat za maksimumom temperature u januaru.

c) *Srednja mesečna i srednja godišnja temperatura vazduha.* — Srednja mesečna i srednja godišnja temperatura vazduha izračunavaju se na sledeći način: Srednja mesečna se dobija kada se saberu sve srednje dnevne temperature pa zbir podeli sa brojem dana u dotičnom mesecu, odnosno brojem sabiraka. Ako se npr. sve srednje dnevne temperature januara obeleže sa t_1, t_2, t_3 . . . t_{31} onda je srednja mesečna temperatura januara:

$$t_I = \frac{1}{31}(t_1 + t_2 + t_3 + \ldots + t_{31}) \qquad (9)$$

Na isti način izračunava se i srednja mesečna temperatura za ostale mesece.

Srednja mesečna temperatura je fiktivna vrednost, i ona može ali ne mora da bude ravna ma kojoj srednjoj dnevnoj temperaturi dotičnog meseca. U stvari, srednja mesečna temperatura treba da bude ravna srednjoj dnevnoj temperaturi srednjeg dana u mesecu. Kao srednje dnevne temperature srednjeg dana u mesecu treba uzeti: za mesece sa 31 danom treba uzeti srednju dnevnu temperaturu od 16^{og} dana, za mesece sa 30 dana treba uzeti zbir temperatura od 15^{og} i 16^{og} podeljen sa 2, a za februar treba uzeti zbir temperatura od 14^{og} i 15^{og} februara podeljen sa 2, dok u prestupnoj godini za februar treba uzeti srednju dnevnu temperaturu 15^{og} februara.

Ipak u najviše slučajeva postoji razlika između srednjih mesečnih temperatura i srednjih dnevnih srednjeg dana u mesecu. U tablici 57. prikazane su srednje mesečne temperature (t) u Beogradu za period 1887—1949. godine, a takođe i srednje dnevne temperature srednjeg dana u mesecu (t_1) za isti period (25).

Tablica 57. Srednje mesečne temperature vazduha u Beogradu (t) i srednje dnevne srednjeg dana u mesecu (t_1) za period 1887—1949. godine

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
t	−0,7	1,1	6,5	11,7	16,8	19,9	22,2	21,5	17,7	12,5	6,5	1,6	11,4
t_1	−0,5	−0,4	5,9	12,1	17,8	19,1	22,5	21,3	17,6	12,2	6,6	1,2	11,3

Kao što se iz tablice 57. vidi u nekim mesecima razlike između t i t_1 su veće a u nekim manje. Međutim, kod srednjih godišnjih vrednosti razlika je samo 0,1°.

Srednja godišnja temperatura se dobije kada se saberu sve srednje mesečne i zbir podeli sa 12, tj:

$$T = \frac{1}{12}(t_I + t_{II} + t_{III} + \ldots + t_{XII}) \qquad (10)$$

gde su: t_I, t_{II}, t_{III}, . . . t_{XII} — srednje mesečne temperature.

d) *Normalne temperature vazduha.* — Normalna vrednost temperature vazduha predstavlja aritmetičku sredinu za duži niz godina, za izvesnu kalendarsku jedinicu (dan, pentada, dekada, mesec, godišnje doba, vegetacioni period, period mirovanja biljaka ili godina). U najviše slučajeva normalne temperature se izračunavaju za pojedine mesece ili godinu.

Ako se npr. uzmu srednje mesečne temperature jednog istog meseca u nekom mestu, za vreme od 100 uzastopnih godina i ako se izračuna srednja aritmetička vrednost iz ovih stotinu srednjih mesečnih temperatura, dobiće se normalna temperatura za to mesto. Normalna temperatura je takođe fiktivna vrednost, i može se lako desiti da u celom nizu od 100 srednjih mesečnih temperatura (istog meseca) nijedna nije ravna ovoj izračunatoj normalnoj temperaturi. Ako se nemaju na raspolaganju podaci temperature za 100 godina neprekidnog osmatranja, onda za određivanje normalne temperature može zadovoljiti i neprekidan niz osmatranja od 20 godina.

Na isti način se izračunavaju normalne temperature za ostale vremenske jedinice (dan, pentada, dekada itd.). Naročito se nameće potreba

u poljoprivredi, zbog različitih trajanja pojedinih fenofaza, da se normalne temperature izračunavaju za kraći vremenski period nego što je mesec dana. Iz tih razloga se izračunavaju dugogodišnje desetodnevne, petodnevne i jednodnevne normalne temperature.

Kao *dekada* uzima se 10 uzastopnih dana u dotičnom mesecu. Prva dekada u svakom mesecu počinje prvim datumom dotičnog meseca, a treća dekada se završava poslednjim datumom dotičnog meseca. Na taj način meseci sa 30 dana imaju 3 dekade od po 10 dana, a meseci sa 31 danom imaju dve prve dekade od po 10 dana, a treću dekadu od 11 dana. Mesec februar ima dve prve dekade od po 10 dana a poslednju od 8 odnosno 9 dana. Preporučuje se da se dekade uzmu sledećim redom:

1. dekada januara od 1. I do 10. I (10 dana)
2. dekada januara od 11. I do 20. I (10 dana)
3. dekada januara od 21. I do 30. I (10 dana)

---

1. dekada februara od 31. I do 9. II (10 dana)
2. dekada februara od 10. II do 19. II (10 dana)
3. dekada februara od 20. II do 1. III (10 dana)

---

1. dekada marta od 2. III do 11. III (10 dana)
2. dekada marta od 12. III do 21. III (10 dana)
3. dekada marta od 22. III do 31. III (10 dana)

itd.

s tim što u maju, julu, avgustu, oktobru i decembru treća dekada ima 11 dana.

Kao *pentade* se uzimaju po 5 uzastopnih dana počev od 1. januara do 31. decembra, bez obzira što pojedine pentade zahvataju kraj jednog meseca i početak sledećeg meseca. U celoj godini ima 73 pentade (365:5=73). Svaki mesec ima po 6 pentada a samo avgust ima i sedmu pentadu, i to od 29. VIII do 2. IX. U prestupnoj godini šesta pentada februara ima 6 dana, tj. od 25. II do 1. III.

Kao *godišnja doba* uzimaju se periodi vremena od po 3 uzastopna meseca. Godišnja doba na srednjim geografskim širinama umerenog pojasa su:

zima — od 1. decembra do 28. odnosno 29. februara,
proleće — od 1. marta do 31. maja,
leto — od 1. juna do 31. avgusta,
jesen — od 1. septembra do 30. novembra.

Ove granice utvrđene su na osnovu temperature vazduha. Tako npr. najhladniji dan treba da bude na sredini zime, a najtopliji na sredini leta. Dan čija je srednja dnevna temperatura približno jednaka sa srednjom godišnjom temperaturom treba da bude u sredini proleća i sredini jeseni. Prema podacima temperature (25) za period 1887—1949. godine u Beogradu je:

— najhladniji dan 23. januara sa srednjom dnevnom temperaturom —1,6⁰
— najtopliji dan 27. jula sa srednjom dnevnom temperaturom 23,5⁰,
— srednja godišnja temperatura je 11,4⁰, a
— srednja dnevna temperatura 13. aprila (sredina proleća) je 11,3⁰,

dok je

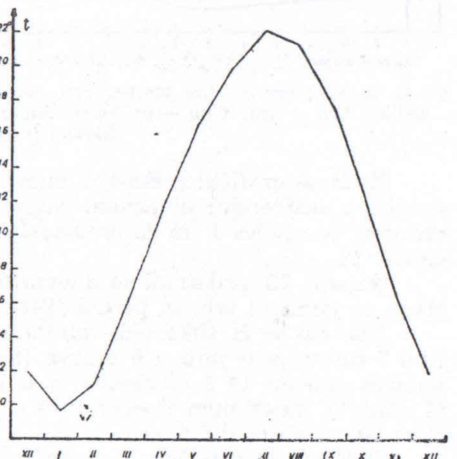
— srednja dnevna temperatura 18. oktobra (sredina jeseni) 11,5⁰.

Kao što se iz ovih podataka vidi, najhladniji dan u Beogradu nije tačno u sredini zime (14. januara) već devet dana kasnije. Isto tako i najtopliji dan nije tačno na sredini leta (16. jula) već je jedanaest dana kasnije. Dani sa srednjim dnevnim temperaturama koje su približne srednjoj godišnjoj temperaturi padaju dosta blizu srednjem proletnjem i srednjem jesenjem danu.

Tok normalnih dekadnih, pentadnih a naročito dnevnih temperatura može biti prilično nepravilan, tj. može biti povišen ili snižen od normalnog *idealnog* toka (2, sl. 25). Prema tome, preporučuje se, da se normalne temperature za dan, pentadu i dekadu određuju iz grafikona godišnjeg toka, koji je nacrtan po podacima normalnih mesečnih temperatura. Ovo se radi kad su potrebne neke približne vrednosti normalnih temperatura za dan, pentadu ili dekadu. Međutim, ako je potrebno da se odrede vremenski periodi u godini kada u nekom mestu ili predelu dolazi do upada hladnih ili toplih vazdušnih talasa (73) treba izračunati normalne temperature za dane, pentade i dekade kao što je napred izneto.

Isto tako ako se izračunavaju temperature za dane, pentade ili dekade samo za jednu godinu i dobivene vrednosti dovode u vezu sa prinosima izvesnih kulturnih biljaka u toj godini, onda ovo računanje treba takođe izvršiti na način kao što je napred rečeno, a ne određivati iz grafikona godišnjeg toka temperature koji je nacrtan prema srednjim mesečnim vrednostima temperature.

e) *Grafički prikaz godišnjeg toka temperature.* — Godišnji tok temperature prikazuje se grafički na sličan način kao i dnevni. Ako se pomenuti grafikon objavljuje u udžbeniku ili naučnom radu onda je najzgodnija razmera da se po ordinati uzme 1 cm za 1⁰, a po apscisi se mogu uzeti meseci, dekade, pentade ili dani. Ako se po apscisi uzimaju meseci onda je najbolje da se 3 cm uzimaju za jedan mesec; za dekade treba po apscisi uzeti 1 cm za dekadu, ili 5 mm za jednu pentadu, odnosno 1 mm za jedan dan. Ovakav grafikon se može smatrati podesnim za izradu klišea, čiji otisak može da stane na stranu knjige.



Sl. 51. Godišnji tok temperature vazduha u Beogradu za period 1887—1959. godine

Na slici 51. prikizan je godišnji tok temperature vazduha u Beogradu.

Iz temperaturske krive koja predstavlja godišnji tok temperature mogu se dobiti srednji datumi kada u pojedinim mestima nastupaju dani sa određenim srednjim dnevnim temperaturama. Ovi se datumi mogu uneti u meteorološke karte i zatim spojiti mesta sa istim datumima izolinijama. Takve krive nazivaju se *izohrone*, i predstavljaju vreme nastupanja ili prestajanja izvesnih srednjih dnevnih temperatura.

f) *Uravnavanje srednjih dnevnih temperatura.* — Za prikaz godišnjeg toka temperature po srednjim dnevnim vrednostima može se izvršiti tzv. uravnavanje srednjih dnevnih temperaturskih vrednosti. Ovo se radi iz razloga da bi se eliminisala ekstremna odstupanja srednjih dnevnih temperatura u pojedinim godinama u istom danu od prosečne vrednosti temperature dotičnog dana za ceo niz osmatranja. Uravnavanje se obično vrši ako se srednje vrednosti izračunavaju za kraći niz osmatranja od 10 godina. Tada će u kratkom nizu osmatranja neke ekstremne vrednosti temperature (ili suviše velike ili suviše male) uticati na krajnji rezultat dnevne temperature za dotični niz osmatranja. Međutim, H. Peiss (74) preporučuje da se uravnavanja vrše i za duže nizove neprekidnih osmatranja, čak i za nizove do 60 godina, jer se na taj način eliminišu mnoga slučajna kolebanja.

Za uravnavanje služi nekoliko metoda, a ovde će se navesti metoda od Peissa, koja se bazira na sledećoj formuli:

$$c_m = (a + 2b + 3c + 2d + e):9$$

u kojoj su: c_m — uravnata srednja dnevna temperatura, c — srednja dnevna temperatura odgovarajućeg dana, a i b — srednje dnevne temperature u dva prethodna dana, dok su d i e — srednje dnevne temperature dva sledeća dana, posle dana sa srednjom dnevnom temperaturom c.

Primer: srednje dnevne temperature vazduha od 1. do 5. marta u Senti za period 1925—1940. godine bile su (73): 3,9; 2,7; 2,8; 3,8; 3,1. Srednja uravnata vrednost za 3. mart biće:

$$(3{,}9 + 2\times 2{,}7 + 3\times 2{,}8 + 2\times 3{,}8 + 3{,}1):9$$

ili

$$(3{,}9 + 5{,}4 + 8{,}4 + 7{,}6 + 3{,}1):9 = 3{,}2.$$

Kao što se vidi srednja uravnata vrednost za 3. mart iznosi 3,2 i veća je od stvarne vrednosti za 0,4⁰. Ovako se mogu uravnati vrednosti srednjih dnevnih temperatura za svaki dan u godini, i prema tim vrednostima nacrtati godišnji tok temperature, čija će kolebanja biti manja nego kada se godišnji tok prikazuje prema neuravnatim vrednostima.

62.1 ČESTINE SREDNJIH DNEVNIH TEMPERATURA

Čestine pojedinih srednjih dnevnih temperatura su veoma značajne za praktične potrebe u mnogim delatnostima, a takođe i u poljoprivredi. Pod čestinom se podrazumeva broj dana u mesecu sa približno istom srednjom dnevnom temperaturom. Pri određivanju čestina, vrednosti srednje dnevne temperature se prethodno zaokruže na cele brojeve.

Da bi ovo bilo jasnije prikazaće se vrednosti srednjih dnevnih temperatura za mesec april 1947. godine u Beogradu. Zaokružene vrednosti ovih temperatura iznete su u tablici 58.

Tablica 58. — Srednje dnevne zaokružene temperature vazduha (t) za april 1947. godine u Beogradu

Dani	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
t	17	14	21	15	12	9	16	17	14	9	4	7	6	9	16	15	19	21	20	20	17	16	18	19	16	17	17	23	10	17

Trideset srednjih dnevnih temperatura koje su u ovom nizu poređane prema svom hronološkom redu, pružaju pravo šarenilo prema veličini brojeva. Ali se ovaj niz može urediti prema veličini brojeva i tako dobiti sledeći niz:

4 6 7 9 9 9 10 12 14 14 15 15 16 16 16 16 17 17 17 17 17 17 18 19 19 20 20 21 21 23

Ovaj niz brojeva može se napisati i u ovakvom obliku:

$4\times 1,\ 6\times 1,\ 7\times 1,\ 9\times 3,\ 10\times 1,\ 12\times 1,\ 14\times 2,\ 15\times 2,\ 16\times 4,\ 17\times 6,$

$18\times 1,\ 19\times 2,\ 20\times 2,\ 21\times 2$ i 23×1.

Brojevi 1, 1, 1, 3, 1, 1, 2, 2, 4, 6, 1, 2, 2, 2 i 1, koji pokazuju koliko su se puta pojedine srednje dnevne temperature pojavile u ovom mesecu predstavljaju *čestine dana* sa dotičnim temperaturama u mesecu aprilu 1947. godine u Beogradu.

Prosečne vrednosti čestina nalaze se na sledeći način: Za isti mesec iz dugogodišnjeg niza osmatranja ispišu se u redove čestine za svaku godinu i to odvojeno za svaki stepen temperature. Na taj način dobije se onoliko redova koliko je apsolutno kolebanje srednje dnevne temperature u tom mesecu u dotičnom mestu. Svaki od ovih redova se saberu zasebno i zbir podeli sa brojem godina osmatranja (ne sa brojem sabiraka).

Tako izračunate čestine srednjih dnevnih temperatura za mesec januar u Beogradu za period 1941—1948. godine date su u tablici 59. Apsolutno kolebanje srednjih dnevnih temperatura u ovom periodu bilo je od —19,4⁰ (8. I 1947) do 12,4⁰ (13. I 1948), tj. 31,8⁰.

Tablica 59. Čestine srednjih dnevnih temperatura u januaru u Beogradu za period 1941—1948. godine

Stepen temperature	—19	—18	—17	—16	—15	—14	—13	—12	—11	—10	—9	—8	—7	—6	—5	—4
Srednji broj dana	0,1	—	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	0,4	0,4	0,3	0,5	1,6	1,1	1,9	1,7	2,4
Stepen temperature	—3	—2	—1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Srednji broj dana	1,5	2,0	2,5	1,8	2,0	1,5	1,1	0,6	1,1	1,1	0,7	1,1	1,0	0,6	0,3	0,4

U Beogradu su u januaru najčešće srednje dnevne temperature od —1⁰, ali njihova čestina iznosi samo 2,5 dana u mesecu. Srednja mesečna

Tablica 60. Čestine srednjih dnevnih temperatura u julu u Beogradu za period 1941—1948. godine

Stepen temperature	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Srednji broj dana	0,5	0,2	1,3	1,5	2,0	1,9	3,5	3,9	3,4	3,8	2,7	1,6	1,9	1,0	0,1	1,1	0,2

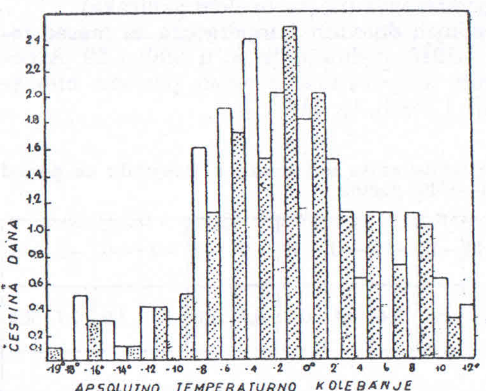
temperatura za ovaj period je —1,3⁰, dakle, dosta bliska srednjoj dnevnoj temperaturi (—1⁰) koja se u ovom mesecu najčešće javlja.

U tablici 60. iznete su čestine srednjih dnevnih temperatura za jul u Beogradu za isti period.

Apsolutno kolebanje srednjih dnevnih temperatura u ovom periodu u mesecu julu bilo je od 15 do 31⁰. Kao što se vidi ovo kolebanje je dvaput manje od apsolutnog kolebanja u januaru (31,8⁰). Najčešće srednje dnevne temperature su u julu 22⁰ (3,9 dana) a zatim 24⁰ (3,8 dana) i 21⁰ (3,5 dana).

Srednja mesečna temperatura jula za period 1941—1948. godine iznosi 22,8⁰, a to je takođe bliska vrednost srednjoj dnevnoj temperaturi koja se najčešće javlja.

Grafički prikaz čestine srednjih dnevnih temperatura. — Čestine srednjih dnevnih temperatura mogu se predstaviti grafički u koordinatnom sistemu, gde se po apscisi uzimaju stepeni apsolutnog kolebanja temperature a po ordinati čestina dana. Na slici 52. su prikazane čestine srednjih dnevnih temperatura u januaru u Beogradu, a na slici 53. za jul.



Sl. 52. Čestine srednjih dnevnih temperatura u januaru u Beogradu za period 1941—1948. godine

Sl. 53. Čestine srednjih dnevnih temperatura u julu u Beogradu za period 1941.—1948. godine

Slika 52. predstavlja tzv. histogram za podatke iz tablice 59, a slika 53. predstavlja histogram za podatke iz tablice 60.

Verovatnoća javljanja pojedinih srednjih dnevnih temperatura se dobije kada se srednji brojevi čestina podele sa ukupnim brojem dana u dotičnom mesecu. Tako npr. iz tablice 59. biće:

$\frac{0,1}{31} = 0,003$; $\frac{0,5}{31} = 0,016$ itd. Brojevi 0,003, 0,016 itd. pokazuju, da se na 1000 dana meseca januara može očekivati samo 3 dana sa srednjom dnevnom temperaturom od —19⁰, a 16 dana sa srednjom dnevnom temperaturom od —17⁰. Ako se odredi verovatnoća za najveću čestinu u januaru $\frac{2,5}{31} = 0,08$, to izlazi, da se na svakih 100 dana u januaru može očekivati 8 dana sa srednjom dnevnom temperaturom od —1⁰. Međutim, ako se odredi verovatnoća za najveću čestinu u julu (iz tablice 60.), tj. $\frac{3,9}{31} = 0,13$ to izlazi da se na svakih 100 dana u julu može očekivati 13 dana sa srednjom dnevnom temperaturom od 22⁰.

Za praktične potrebe je često puta bolje da se odrede čestine srednjih dnevnih temperatura za temperaturske razlike koje su veće od 1⁰ (kao što je to urađeno u tablici 59. i 60). Preporučuje se da se odrede čestine za temperaturske razlike od po 5⁰. Takve čestine za januar i jul u Beogradu prikazane u tablici 61.

Tablica 61. Čestine srednjih dnevnih temperatura u januaru i julu u Beogradu za period 1941—1948. godine

	Januar					
Stepeni temperature	—19 do —15⁰	—14 do —10⁰	—9 do —5⁰	—4 do 0⁰	1 do 5⁰	6 do 10⁰
Srednji broj dana	1,2	1,3	6,9	10,1	6,3	4,5
	Jul					
Stepeni temperature		15 do 19⁰	20 do 24⁰	25 do 29⁰	30 — 31⁰	
Srednji broj dana		5,5	16,5	7,7	1,3	

Iz tablice 61. izlazi, da se u januaru najčešće javljaju srednje dnevne temperature između —4 i 0⁰, a u julu između 20 i 24⁰.

62.2 PROMENA SREDNJE DNEVNE TEMPERATURE OD JEDNOG DO DRUGOG DANA

Ova se promena srednje dnevne temperature naziva još i *interdiurna* ili *međudnevna promenljivost temperature.* U stvari pod ovom promenom se podrazumeva razlika između srednje dnevne temperature dva uzastopna dana. Pri izračunavanju se postupa ovako: Od srednje dnevne temperature npr. današnjeg dana oduzima se srednja dnevna temperatura jučerašnjeg dana. Za prvi dan u mesecu treba uzeti srednju dnevnu temperaturu poslednjeg dana u prošlom mesecu. Tako se u svakom danu pojedinog meseca dobije bilo pozitivna ili negativna razlika srednje dnevne temperature prema predašnjem danu; sve te razlike se saberu, bez obzira na predznak i podele sa brojem dana. Tako se dobije srednja mesečna međudnevna promenljivost temperature. Kao primer uzeće se mesec jun 1946. godine u Beogradu. Srednje dnevne temperature i međudnevne razlike iznete su u tablici 62.

Iz tablice 62. se vidi, da se u junu mesecu 1946. godine u Beogradu srednja dnevna temperatura vazduha promenila od jednog do drugog dana prosečno za ±2,44⁰, bilo u pozitivnom ili negativnom smislu.

Tablica 62. Međudnevna promenljivost temperature u junu 1946. godine u Beogradu

Dani	31.V	1.VI	2	3	4	5	itd.	26	27	28	29	30	Zbir	Srednja vrednost
Srednje dnevne temperature	21,5	23,3	24,5	23,2	15,3	16,8	„ „	23,0	24,0	23,5	25,0	27,6	—	—
Međudnevna razlika	1,8	1,2	—1,3	—7,9	1,5		„ „	1,0	—0,5	1,5	2,6		73,1	±2,44

Na međudnevnu promenljivost temperature utiče geografska širina i kontinentalnost mesta. Prosečna međudnevna promenljivost temperature raste sa porastom geografske širine a isto tako raste i sa udaljenjem od mora prema unutrašnjosti kopna. Sa porastom nadmorske visine takođe raste i međudnevna promenljivost srednje dnevne temperature.

Pored toga zimi je promenljivost veća nego leti.

Najveća međudnevna promenljivost temperature je u zapadnom Sibiru i u unutrašnjosti Severne Amerike na severnoj geografskoj širini od oko 50^0. Zimi u zapadnom Sibiru međudnevna promenljivost temperature iznosi oko $4{,}5^0$ a u unutrašnjosti Severne Amerike oko $5{,}3^0$.

Normalna međudnevna promenljivost se dobije kao srednja vrednost za iste mesece iz dugogodišnjeg niza osmatranja, npr. za najmanje 50 godina. Ako bi temperatura vazduha nekog mesta zavisila jedino od ugla pod kojim sunčevi zraci padaju na zemljinu površinu, onda bi međudnevna promenljivost temperature na našim geografskim širinama bila mala. Tako bi se npr. u Parizu srednja dnevna temperatura u januaru povećala od jednog do drugog dana samo za $0{,}05^0$, a ni u jednom mesecu promenljivost ne bi bila veća od $0{,}2^0$.

Iz srednje međudnevne promenljivosti temperature mogu se odrediti još i čestine određenih razlika u temperaturi od jednog do drugog dana. Takve čestine mogu biti za temperaturske razlike od 0 do 2^0, od 2 do 4^0, itd. a one se određuju takođe iz dugogodišnjih osmatranja na sličan način kao što je rečeno u članu 62.1.

Prema ovim čestinama se može bolje uočiti jendoličnost ili oštrina klime nekog mesta i predela nego iz dobijenih srednjih vrednosti za međudnevnu promenljivost temperature.

62.3 REDUKCIJA SREDNJIH TEMPERATURA NEKE OBLASTI NA ISTI BROJ GODINA

Kada se izračunavaju temperature vazduha za neku veću ili manju oblast, potrebno je da se one izračunaju za sva mesta u toj oblasti u kojima su vršena merenja temperature. Da bi se mogao odrediti režim temperature za celu oblast, moraju se srednje temperature odrediti za isti period godina za sve meteorološke stanice, i zatim izvršiti upoređenje tih srednjih vrednosti temperature. Ovo je lako uraditi ako za čitavu oblast postoji isti niz godina osmatranja temperature. Ali ako na pojedinim meteorološkim stanicama postoje izvesni prekidi u osmatranjima, onda se mora za sve stanice vršiti redukcija temperature na isti broj godina

pomoću temperature obližnjih stanica, koje imaju potpuni niz osmatranja, tj. osmatranja za ceo period.

Ta redukcija temperature vrši se na sledeći način: Pre svega ustanovljeno je, da razlike između normalnih temperatura izvesnog mesta i njegovih stvarnih srednjih temperatura za kraći period godina, imaju skoro isti karakter za sva obližnja mesta. Te razlike su toliko slične da se mogu skoro smatrati kao iste. Stoga se pomoću normalnih temperatura reduciraju na isti broj godina temperaturski tokovi onih obližnjih mesta, na kojima su temperature osmatrane za kraći period vremena.

Ovde se može uzeti u obzir redukcija srednjih dnevnih, pentadnih, dekadnih, mesečnih i godišnjih temperatura. Da bi nam ovo jasnije bilo

Tablica 63. Srednje mesečne i godišnje temperature vazduha u Beogradu

Godine \ Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Srednja god.
1921.	4,9	1,8	8,6	11,6	18,5	18,3	22,9	23,1	16,4	11,8	3,1	0,2	11,8
22.	—1,5	—2,6	10,2	11,7	16,7	20,6	22,7	22,6	17,0	9,9	3,4	2,2	11,1
23.	1,4	2,0	7,5	11,8	19,3	18,2	23,1	22,8	19,3	15,9	11,5	2,7	13,0
24.	—3,4	—0,3	5,2	11,6	18,6	20,1	20,7	19,1	19,1	11,9	3,6	0,6	10,6
25.	0,6	7,3	5,7	12,9	17,2	17,6	21,3	20,3	15,9	11,7	7,8	—0,3	11,5
26.	0,8	5,4	5,3	13,7	15,7	19,3	19,6	18,5	17,7	13,9	13,0	2,1	12,1
27.	2,4	0,2	9,7	11,5	16,8	22,3	23,9	22,8	19,5	11,8	8,3	—1,6	12,3
28.	0,5	1,1	4,1	13,0	13,8	20,3	26,0	23,7	19,0	12,1	9,2	1,0	12,0
29.	—4,0	—9,2	2,4	8,4	17,6	19,8	21,7	22,6	16,4	13,9	9,0	3,7	10,2
1930.	1,7	2,4	9,5	13,4	16,2	21,8	23,1	21,6	19,8	12,8	9,9	2,1	12,9
31.	1,5	2,6	4,0	10,4	19,4	22,6	24,2	22,7	14,1	11,0	5,6	—0,1	11,5
32.	—1,1	—5,1	0,0	11,6	17,9	19,8	23,4	22,4	21,9	15,1	5,7	2,0	11,1
33.	—3,1	1,8	6,6	8,9	14,8	17,5	21,1	20,3	16,6	13,1	7,9	—4,1	10,1
34.	—1,2	1,3	10,8	16,1	19,4'	19,9	21,7	21,9	17,9	12,0	8,9	5,0	12,8
35.	—4,0	0,5	4,4	12,0	16,2	22,5	22,2	22,0	17,8	16,9	5,7	3,8	11,7
36.	6,7	3,4	10,1	12,8	17,5	19,9	24,9	20 0	17,2	8,6	6,2	1,9	12,4
37.	—1,1	3,6	10,4	10,0	18,8	21,8	21,9	20,4	19,2	12,5	6,8	3,8	12,3
38.	—0,2	1,6	8,6	8,9	15,5	22,3	22,7	21,4	16,6	13,3	7,5	0,3	11,5
39.	4,0	2,9	3,8	14,9	16,7	20,6	23,7	21,5	17,7	12,3	7,0	1,3	12,2
1940.	—6,6	—3,0	4,2	11,8	15,0	19,2	21,8	18,1	17,6	12,4	9,4	—3,4	9,7
Σ	—1,7	17,7	131,1	237,0	341,6	404,4	452,6	427,8	356,7	252,9	149,5	23,2	232,8
t_1	—0,1	0,9	6,6	11,9	17,1	20,2	22,6	21,4	27,8	12,6	7,5	1,2	11,6

uzećemo da reduciramo srednje mesečne temperature Valjeva na period od 20 godina za koji postoje podaci temperature u Beogradu.

Na primer: osmatranja za Beograd postoje za 20 godina (1921—1940), dok za Valjevo postoje samo za period 1926—1940. godine, i to sa nedostatkom za pojedine mesece (I, II, III 1926; IX 1929. i V 1930). Da bi se srednje mesečne temperature Valjeva redukovale na dvadesetogodišnji period (1921—1940) postupa se na sledeći način:

Ispišu se vrednosti srednje mesečne temperature Beograda za 20 godina (1921—1940) u tablici 63. Zatim se izračunaju srednje normalne temperature (t_n) iz dvadesetogodišnjeg niza.

Posle toga ispišu se srednje temperature Beograda ali za one godine i mesece za koje postoje osmatranja u Valjevu i nađu se srednje vrednosti (t). Takvi podaci se nalaze u tablici 64.

Tablica 64. Srednje mesečne i godišnje temperature vazduha u Beogradu za iste godine i mesece za koje postoje podaci temperature u Valjevu

Godine \ Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Sred. god.
1925.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26.	—	—	—	13,7	15,7	19,3	19,6	18,5	17,7	13,9	13,0	2,1	—
27.	2,4	0,2	9,7	11,5	16,8	22,3	23,9	22,8	19,5	11,8	8,3	—1,6	12,3
28.	0,5	1,1	4,1	13,0	13,8	20,2	26,0	23,7	19,0	12,1	9,2	1,0	12,0
29.	—4,0	—9,2	2,4	8,4	17,6	19,8	21,7	22,6	—	13,9	9,0	3,7	—
1630.	1,7	2,4	9,5	13,4	—	21,8	23,1	21,6	19,8	12,8	9,9	2,1	—
31.	1,5	2,6	4,0	10,4	19,4	22,6	24,2	22,7	14,1	11,0	5,6	—0,1	11,5
32.	—1,1	—5,1	0,0	11,6	17,9	19,8	23,4	22,4	21,9	15,1	5,7	2,0	11,1
33.	—3,1	1,8	6,6	8,9	14,8	17,5	21,1	20,3	16,6	13,1	7,9	4,1	10,1
34.	—1,2	1,3	10,3	16,1	19,4	19,6	21,7	21,9	17,9	12,0	8,9	5,0	12,8
35.	—4,0	0,5	4,4	12,0	16,2	22,5	22,2	22,0	17,8	16,9	5,7	3,8	11,7
36.	6,7	3,4	10,1	12,8	17,5	10,9	24,9	20,0	17,2	8,6	6,2	1,9	12,4
37.	—1,1	3,6	10,4	10,0	18,8	21,8	21,9	20,4	19,2	12,5	6,8	3,8	12,3
38.	—0,2	1,6	8,6	8,9	15,5	22,3	22,7	21,4	16,6	13,3	7,5	0,3	11,5
39.	4,0	2,9	3,8	14,9	16,7	20,6	23,7	21,5	17,7	12,3	7,0	1,3	12,2
1940.	—6,6	—3,0	4,2	11,8	15,0	19,2	21,8	18,1	17,6	12,4	9,4	—3,4	9,7
Σ	—4,5	4,1	88,6	177,4	235,1	309,5	341,9	319,9	252,6	191,7	120,1	17,8	
t	—0,3	0,3	6,3	11,8	16,8	20,6	22,8	21,3	18,0	12,8	8,0	1,2	

Tablica 65. Razlika $t_n - t = \Delta t$ za Beograd

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$t_n - t = \Delta t$	0,2	0,6	0,3	0,1	0,3	—0,4	—0,2	0,1	—0,2	—0,2	—0,5	0,0

Posle toga odrede se razlike između srednjih normalnih temperatura iz tablice 63. i srednjih temperatura iz tablice 64. tj. $t_n - t = \Delta t$. Te razlike vide se u tablici 65.

Zatim se izračunaju srednje vrednosti temperature za Valjevo na isti način kao što su izračunate za Beograd u tablici 64. Te vrednosti iznete su u tablici 66.

Tablica 66. Srednja mesečna i godišnja temperatura vazduha u Valjevu

Godine \ Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Sred. god.
1926.	—	—	—	14,1	15,6	18,4	19,7	18,6	17,9	13,8	11,1	2,0	—
27.	4,0	3,8	9,5	12,2	16,5	23,5	23,7	22,0	18,8	11,3	8,1	—1,4	12,7
28	1,1	2,0	5,0	13,2	13,7	19,8	25,1	24,8	18,3	12,9	8,6	2,1	12,2
29.	—3,3	—9,8	2,7	8,1	16,9	19,6	22,6	22,0	—	12,1	7,8	3,2	—
1930.	1,6	1,8	8,5	12,9	—	20,1	23,4	22,0	18,5	11,3	7,3	2,4	—
31.	1,7	1,9	3,6	9,5	17,8	21,6	23,5	21,7	14,1	10,4	5,1	—1,4	10,8
32.	—0,8	—5,3	—2,2	10,0	16,6	18,6	20,0	21,8	20,6	13,8	5,9	2,0	10,1
33.	—2,6	1,2	6,1	8,6	14,3	17,1	20,6	19,9	15,2	13,2	7,7	—3,2	9,8
34.	—0,7	0,9	9,6	12,9	18,2	17,8	22,3	21,9	18,8	11,1	8,6	5,8	12,3
35.	—3,2	0,6	4,2	11,2	15,5	21,9	21,9	21,0	16,5	15,6	5,7	3,0	11,2
36.	5,7	3,0	9,6	12,9	16,4	19,5	24,2	19,7	16,0	9,5	6,8	2,0	12,1
37.	1,0	3,9	10,3	10,3	18,7	21,3	20,8	20,6	17,9	11,7	6,4	3,3	12,2
38.	—0,5	1,3	7,6	8,2	15,9	21,7	24,0	21,8	16,1	13,1	6,9	0,7	11,4
39.	3,0	2,9	3,4	13,4	16,5	20,0	22,6	21,2	17,3	12,0	6,0	0,2	11,5
1940.	—6,9	—3,0	4,7	10,8	15,2	18,2	21,4	18,3	17,5	12,0	8,3	—2,6	9,5
Σ	0,1	5,2	82,6	168,3	227,8	299,1	335,8	317,3	243,5	183,8	110,3	18,1	
t_1	0,0	0,4	5,9	11,2	16,3	19,9	22,4	21,2	17,4	12,3	7,4	1,2	

Srednjim temperaturama Valjeva t_1 iz tablice 66. treba algebarski dodati temperaturske razlike Δt iz tablice 65. Tako dobivene vrednosti predstavljaju srednje normalne dvadesetogodišnje temperature t_2 u Valjevu. Njihove vrednosti iznete su u tablici 67.

Tablica 67. Srednje normalne temperature vazduha u Valjevu redukovane prema Beogradu na period 1921—1940. godine

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$t_2 = (t_1 + \Delta t)$	0,2	1,0	6,2	11,3	16,6	19,5	22,2	21,3	17,2	12,1	6,9	1,2

Redukcija srednjih temperatura na isti broj godina može se izvesti još i na sledeći način: Uradi se kao što je napred navedeno u tablicama 63, 64, i 66. Tako se dobiju srednje temperature: t_n, t i t_1. Zatim se odrede razlike između srednjih temperatura t (iz tablice 64) Beograda i srednjih temperatura Valjeva (iz tablice 66) t_1, tj. $t - t_1 = \Delta t_1$. Takve razlike prikazane su u tablici 68.

Tablica 68. Temperaturske razlike Δt_1 između srednjih temperatura Beograda i Valjeva za period 1926—1940. godine

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$t - t_1 = \Delta t_1$	—0,3	—0,1	0,4	0,6	0,5	0,7	0,4	0,1	0,6	0,5	0,6	0,0

Ove razlike Δt_1 treba oduzeti od srednjih mesečnih temperatura Beograda (iz tablice 63) za one mesece koji u pojedinim godinama nedostaju u Valjevu. Te popravljene vrednosti Beograda treba upisati na odgovarajuća mesta koja su prazna u Valjevu, a koja se nalaze u tablici 66, ali tu tablicu treba uzeti za period 1921—1940. godine. Na taj način će se dobiti za Valjevo temperaturski godišnji tokovi za period 1921—1940. godine. Takve vrednosti za Valjevo nalaze se u tablici 69.

Kada se uporede vrednosti temperature t_2 iz tablice 67. i t_3 iz tablice 69. vidi se, da su razlike vrlo male (0,1 do 0,2^0), i to samo u pojedinim mesecima (III, IV, VIII i XI). Naročito pada u oči da je srednja godišnja temperatura ista pri oba metoda računanja (11,3^0). Iz tih razloga može se pri redukciji srednjih temperatura, naročito kada se ima duži niz godina osmatranja, upotrebiti bilo koji od ova dva metoda. Ipak drugi metod je nešto bolji od prvog u slučaju kada kod izvesne meteorološke stanice, čiji se podaci reduciraju, nedostaju osmatranja temperature za neke mesece u kojima su temperature imale neke ekstremne vrednosti. To su u stvari meseci sa suviše visokim ili suviše niskim temperaturama prema istim mesecima ostalih godina. Takav bi slučaj bio npr. kada bi u Valjevu nedostajali podaci temperature za februar 1929. godine kada su temperature bile veoma niske ili u julu 1928. godine kada je srednja mesečna temperatura bila dosta visoka.

Sem toga, kada se računa po drugom metodu mogu se naći i srednje godišnje temperature za svaku pojedinu godinu za ceo niz osmatranja (tablica 69. vidi srednje godišnje temperature), što nije moguće pri računanju po prvom metodu, pošto za one godine koje nemaju osmatranja za svih 12 meseci ne mogu se naći srednje godišnje temperature (tablica 66. za 1926, 1929, 1930).

Još tačnije redukovane vrednosti temperature se dobiju, kada se imaju podaci temperature za ceo period od nekoliko meteoroloških stanica, koje se nalaze oko stanice, čiju temperaturu treba reducirati. Najbolje je ako se oko dotične stanice, čija se temperatura reducira, nalaze još tri stanice sa potpunim osmatranjima, koje su raspoređene tako da sačinjavaju jedan trougao u čijoj se sredini nalazi ova stanica. Tada se redukcija vrši posebno na svaku od ovih okolnih stanica, pa se iz dobivenih

Tablica 69. Srednje mesečne i godišnje temperature vazduha u Valjevu reducirane prema temperaturama u Beogradu

Meseci / Godine	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Sred. god.
1921.	5,2	1,9	8,2	11,0	18,0	17,6	22,5	23,0	15,8	11,3	2,5	0,2	11,5
22.	—1,2	—2,5	9,8	11,1	16,2	19,9	22,3	22,5	16,4	9,4	2,8	2,2	10,7
23.	1,7	2,1	7,1	11,2	18,8	17,5	22,7	22,7	18,7	15,4	10,9	2,7	12,6
24.	—3,1	—0,2	4,8	11,0	18,1	19,4	20,3	19,0	18,5	11,4	3,0	0,6	10,2
25.	0,9	7,4	5,3	12,3	16,7	16,9	20,9	20,2	15,3	11,2	7,2	—0,3	11,2
26.	1,1	5,5	4,9	14,1	15,6	18,4	19,7	18,6	17,9	13,8	11,1	2,0	11,9
27.	4,0	3,8	9,5	12,2	16,5	23,5	23,7	22,0	18,8	11,3	8,1	—1,4	12,7
28.	1,1	2,0	5,0	13,2	13,7	19,8	25,1	24,8	18,3	12,9	8,6	2,1	12,2
29.	—3,3	—9,8	2,7	8,1	16,9	19,6	22,6	22,0	15,8	12,1	7,8	3,2	9,8
930.	1.6	1,8	8,5	12,9	15,7	20,1	23,4	22,0	18,5	11,3	7,3	2,4	12,1
31.	1,7	1,9	3,6	9,5	17,8	21,6	23,5	21,7	14.1	10,4	5,1	—1,4	10,8
32.	—0,8	—5,3	- 2,2	10,0	16,6	18,6	20,0	21,8	20,6	13,8	5,9	2,0	10,1
33.	—2,6	1,2	6,1	8,6	14,3	17,1	20,6	19.9	15,2	13,2	7,7	—3,2	9,8
34.	—0,7	0,9	9,6	12,9	18,2	17,8	22,3	21,9	18,8	11,1	8,6	5,8	12,3
35.	—3,2	0,6	4,2	11,2	15,5	21,9	21,9	21.0	16,5	15,6	5,7	3,0	11,2
36.	5,7	3,0	9,6	12,9	16,4	19,5	24,2	19,7	16,0	9,5	6,8	2,0	12,1
37.	1,0	3,9	10,3	10,3	18,7	21,3	20,8	20,6	17,9	11,7	6,4	3,3	12,2
38.	—0,5	1,3	7,6	8,2	15,9	21,7	24,0	21,8	16,1	13,1	6,9	0,7	11,4
39.	3,0	2,9	3,4	13.4	16,5	20,0	22,6	21,2	17,3	12,0	6,0	0,2	11,5
1940.	—6,9	—3,0	4,7	10,8	15,2	18,2	21,4	18,3	17,5	12,0	8,3	—2,6	9,5
Σ	4,7	19,4	122,7	224,9	331,3	390,4	444,5	424,7	344,0	242,5	136,7	23,5	225,8
t_8	0,2	1,0	6,1	11.2	10,6	19,5	22,2	21,2	17,2	12,1	6,8	1,2	11,3

vrednosti nađe algebarska sredina, koja važi kao normalna redukovana vrednost za dotičnu stanicu sa nepotpunim nizom.

Interpolacija temperature vazduha. — Ako u nekom mesecu nedostaje nekoliko terminskih osmatranja temperature, onda se te vrednosti mogu interpolacijom izračunati prema potpunim osmatranjima na nekoj susednoj meteorološkoj stanici. Ovo izračunavanje se vrši za svaki termin osmatranja odvojeno (za 7, 14 ili 21 čas), i to na sličan način kao što je ovde rečeno u drugom metodu za redukciju srednjih mesečnih temperatura na isti broj godina. Samo je potrebno naglasiti da se ovakva interpolacija vrši ako nedostaju najviše 5 osmatranja u jednom terminu u jednom mesecu. Ovih 5 nedostajućih osmatranja ne moraju biti raspoređeni u 5 uzastopnih dana, već mogu biti raspoređeni preko celog meseca.

62.4 SREDNJA PROMENLJIVOST SREDNJIH MESEČNIH TEMPERATURA

Za praktične svrhe ima velikog značaja srednja promenljivost srednjih mesečnih temperatura, jer ona u stvari predstavlja merilo o kolebanjima temperature oko srednje vrednosti. Isto tako srednja promenljivost temperature služi i kao merilo o pouzdanosti srednje vrednosti temperature, tj. o njenoj verovatnoj grešci.

Srednja promenljivost (V_a) je izraz koji se upotrebljava u klimatologiji, dok se takva ista veličina u matematičkoj statistici zove *srednje odstupanje* ili srednja devijacija (70) i obeležava se obično sa μ.

Srednja promenljivost srednjih mesečnih temperatura se dobije na sledeći način:

Za izvesno mesto uzme se normalna temperatura t_n, za svaki mesec. Ta normalna temperatura istog meseca za ceo niz godina oduzima se od srednjih mesečnih temperatura istog meseca za svaku godinu posebno. Dobivene temperaturske razlike Δt biće u nekim godinama pozitivne a

Tablica 70. Srednje mesečne temperature vazduha (t_l) januara u Beogradu i njihovo odstupanje (Δ t) od normalne temperature (t_n= —0,1⁰)

Godine	t_l	$t_l - t_n = \Delta t$
1921.	4,9	5,0
1922.	—1,5	—1.4
1923.	1,4	1,5
1924.	—3,4	—3,3
1925.	0,6	0,7
1926.	0,8	0,9
1927.	2,4	2,5
1928.	0,5	0,6
1929.	—4,0	—3,9
1930.	1,7	1,8
1931.	1,5	1 6
1932.	1,1	1.2
1933.	—3,1	-3,0
1934.	—1,2	—1,1
1935.	—4,0	—3,9
1936.	6,7	6,8
1937.	—1,1	—1,0
1938.	—0,2	—0,1
1939.	4,0	4,1
1940.	—6.6	—6,5
	Zbir	50,9

u nekim negativne. Sve ove razlike se saberu, bez obzira na predznak, i zbir podeli sa brojem sabiraka. Ispred dobivenog količnika stavljaju se predznaci $\pm$, što znači da srednja promenljivost može biti pozitivna ili

negativna, tj. može se uzeti u smislu povišenja, a isto tako i u smislu sniženja temperature.

Primer: Normalna temperatura vazduha u Beogradu za januar u periodu 1921—1940. godine iznosi t_n= —0,1⁰. Srednje mesečne temperature januara t_l za pojedine godine od 1921. do 1940. i njihova odstupanja Δt od normalne temperature (—0,1⁰) data su u tablici 70.

Zbir razlika 50,9 je bez obzira na predznak.

Kada se ovaj zbir razlika podeli sa brojem sabiraka 20 dobiće se $\pm$2,54⁰.

Kao što se iz tablice 70. vidi srednja promenljivost srednjih mesečnih temperatura u januaru iznosi $\pm$2,54⁰. To znači da srednje januarske temperature kolebaju prosečno za 2,54⁰ kako u pozitivnom tako i u negativnom smislu.

Međutim, apsolutno kolebanje odnosno apsolutna promenljivost biće kada se uzme najveća pozitivna razlika (Δt) i najveća negativna razlika. Iz tablice 70. iz vertikalne rubrike t_l — t_n to će biti: 6,8⁰ (1936. g.) i —6,5⁰ (1940. g.). Srednje mesečne temperature u ovim godinama su bile: 6,7⁰ (1936) i —6,6⁰ (1940), što znači, apsolutno kolebanje srednjih mesečnih temperatura u januaru u periodu 1921—1940. godine bilo je 13,3⁰.

Na osnovu napred iznetog metoda računanja, proračunata je srednja promenljivost srednjih mesečnih temperatura za Beograd i prikazana u tablici 71.

Tablica 71. Srednja promenljivost srednjih mesečnih temperatura vazduha u Beogradu za period 1921—1940. godine

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Srednja promenljivost $\pm$	2,5	2,6	2,5	1,4	1,4	1,2	1,2	1,3	1.3	1,4	2,0	1,9

Iz ovih se podataka vidi, da je srednja promenljivost srednjih mesečnih temperatura u Beogradu dva puta veća u februaru i januaru nego u letnjim mesecima i da je u februaru najveća.

Apsolutna promenljivost, odnosno apsolutno kolebanje srednjih mesečnih temperatura u Beogradu u februaru za period 1887—1962. godine iznosi 16,5⁰. Najveća srednja mesečna temperatura februara (75) bila je u ovom periodu 7,3⁰ (1925), dok je najniža bila —9,2⁰ (1929).

62.5 IZRAČUNAVANJE TEMPERATURNIH SUMA

Temperaturna suma predstavlja zbir srednjih dnevnih temperatura za izvestan period vremena u toku godine. Obično se temperaturne sume izračunavaju od onog dana u proleće kada je nastupila srednja dnevna temperatura od 5,0⁰, ili 10,0⁰ ili 15,0⁰, pa do onog dana u jesen kada se srednja dnevna temperatura ponovo spustila do 5,0⁰, ili 10,0⁰ ili 15,0⁰. Što znači, temperaturne sume se izračunavaju za vremenski razmak kada su srednje dnevne temperature bile ≧ 5,0⁰, ili ≧ 10,0⁰, ili ≧ 15,0⁰.

Ako se traži korelacija temperaturne sume vegetacionog perioda i prinosa neke kulturne biljke, onda se temperaturna suma izračunava za vegetacioni period dotične godine, kada se posmatra i prinos dotične

biljke. Inače ako se proučava agroklimatska rejonizacija onda se temperaturne sume izračunavaju iz srednjih dnevnih temperatura dugogodišnjeg niza osmatranja. Ako se takvi podaci nemaju na raspolaganju, onda se koriste krive linije godišnjeg toka temperature nacrtane po srednjim mesečnim temperaturama. Ovaj drugi metod se najviše koristi u praksi, jer se za najveći broj meteoroloških stanica takve vrednosti imaju na raspolaganju.

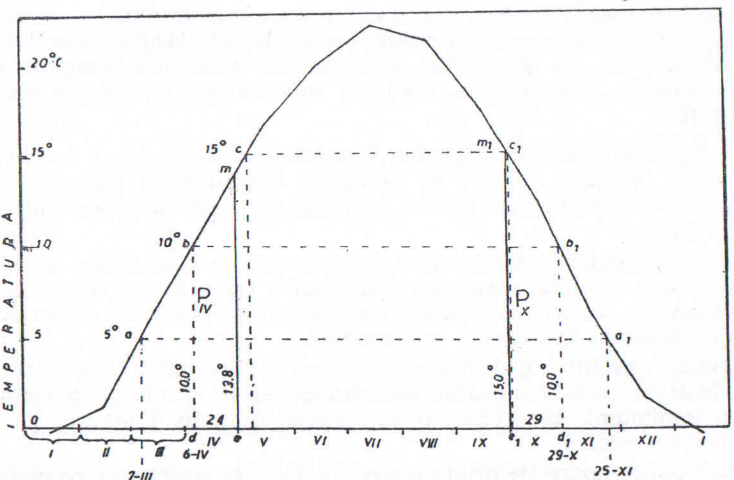
Sama tehnička obrada je sledeća: Nacrta se kriva normalne godišnje temperature za dotično mesto u koordinatnom sistemu, gde se po apscisi predstave dani a po ordinati stepeni temperature. Najbolja razmera za ovo jeste, da se 1 mm na apscisi uzme kao 1 dan, a po ordinati da 5 mm predstavlja 1° temperature. Srednja mesečna temperatura uzima se kao srednja dnevna temperatura srednjeg dana u mesecu, i tako se ucrtava tačka na ordinati koja predstavlja srednji dan u mesecu. Koji se dani uzimaju kao »srednji dani u mesecu« izneto je u članu 62. pod c).

Kao konkretan primer uzete su srednje mesečne temperature u Beogradu, čije su vrednosti prikazane u tablici 72.

Tablica 72. Srednje mesečne temperature vazduha u Beogradu za period 1891—1940.

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Srednja temperatura	−0,3	1,1	6,6	11,5	16,5	19,8	22.0	21,1	17,5	12,5	6,5	1,9	11,4

Pod vrednostima iz tablice 72. nacrtana je kriva godišnjeg toka temperature na slici 54.



Sl. 54. Izračunavanje temperaturnih suma za Beograd za period 1891—1940. godine

Srednje dnevne temperature od 5,0° su u tačkama a i a_1, što odgovara srednjim datumima 7. III i 25. XI; temperature od 10,0° su u tačkama b i b_1, a to odgovara srednjim datumima 6. IV i 29. X (tačke d i d_1 na apscisi); temperature od 15,0° su u tačkama c i c_1, što odgovara srednjim datumima 7. V i 1. X.

Da bi se našla suma temperature za dane kada je srednja dnevna temperatura bila $\geq 10{,}0°$ mora se još prethodno odrediti srednja dnevna temperatura poslednjeg dana u mesecu aprilu, a isto tako i prvog dana u oktobru (mesto 1. oktobra treba uzeti 30. septembar). Te temperature su predstavljene tačkama m i m_1 na temperaturnoj krivoj, a njihove ordinate su u tačkama e i e_1. Veličina ovih temperatura su $em = 13{,}8°$ i $e_1m_1 = 15{,}0$.

Posle toga treba izračunati površinu trapeza $dbem$ i $d_1b_1e_1m_1$, čije paralelne strane predstavljaju temperature, i to: $db = 10{,}0°$ i $em = 13{,}8°$ za prvi trapez, i $d_1b_1 = 10{,}0$ i $e_1m_1 = 15{,}0°$ za drugi trapez. Visine ovih trapeza su: $de = 24$ dana (od 6. IV do 30. IV) i $e_1d_1 = 29$ dana (od 30. IX do 29. X).

Prema tome, površine ovih trapeza su:

$$P_{IV} = \frac{10{,}0 + 13{,}8}{2} \times 24 = 285{,}6$$

$$P_X = \frac{15{,}0 + 10{,}0}{2} \times 29 = 362{,}5$$

Brojevi 285,6 i 362,5 predstavljaju temperaturne sume za one dane aprila i oktobra kada su srednje dnevne temperature bile $\geq 10{,}0°$.

Za ostale mesece: V, VI, VII, VIII i IX temperaturne sume se nalaze, kada se srednje mesečne temperature pomnože brojem dana dotičnog meseca. Tako je za Beograd, prema brojnim vrednostima iz tablice 72:

$$P_V = 16{,}5 \times 31 = 511{,}6$$
$$P_{VI} = 19{,}8 \times 30 = 594{,}0$$
$$P_{VII} = 22{,}0 \times 31 = 682{,}0$$
$$P_{VIII} = 21{,}1 \times 31 = 654{,}1$$
$$P_{IX} = 17{,}5 \times 30 = 525{,}0$$

Celokupan zbir biće:

$$P = P_{IV} + P_V + P_{VI} + P_{VII} + P_{VIII} + P_{IX} + P_X$$

odnosno

$$P = 285{,}6 + 511{,}6 + 594{,}0 + 682{,}0 + 654{,}1 + 525{,}0 + 362{,}5 = 3614{,}8.$$

Ovo bi dakle bila tražena suma temperature za vremenski period kada je srednja dnevna temperatura bila ravna ili iznad 10,0°. Na isti način određuju se temperaturne sume za period kada su srednje dnevne temperature $\geq 5{,}0°$ i $\geq 15{,}0°$. Pri ovom računanju treba samo imati u vidu, da se odrede srednje dnevne temperature za 31. III i 1. XI odnosno 31. X pri obračunu za period srednjih dnevnih temperatura $\geq 5{,}0°$, a takođe i za 31. V i 1. X odnosno 30. IX pri obračunu za period $\geq 15{,}0°$.

Kada se dobiju srednji datumi za temperature 5, 10 i 15° kako u proleće tako i u jesen, onda se može lako naći broj dana sa srednjim dnevnim temperaturama $\geq 5{,}0°$, $\geq 10{,}0°$ i $\geq 15{,}0°$. Tako za Beograd imamo:

263 dana sa srednjom dnevnom temperaturom $\geq 5,0^0$ (od 7. III do 25. X),

206 dana sa srednjom dnevnom temperaturom $\geq 10,0^0$ (od 6. IV do 29. X),

147 dana sa srednjom dnevnom temperaturom $\geq 15,0^0$ (od 7. V do 1. X).

Kao što se iz ovih podataka vidi, raspored srednjih datuma sa srednjim dnevnim temperaturama 5,0, $10,0^0$ i $15,0^0$ ima skoro isti razmak početnog datuma (7. III, 6. IV i 7. V). Što se tiče kranjeg datuma tu postoje manja odstupanja, naročito kod temperature $5,0^0$ (25. XI). Ovo dolazi usled toga što u poznu jesen nastupa brža radijacija, nego što je slučaj sa proletnjom insolacijom, koja, kao što se vidi, drži dosta pravilan tok. Razlika između broja dana sa srednjim dnevnim temperaturama $\geq 5,0$ i $\geq 10,0^0$ iznosi 57, a razlika između broja dana sa srednjim dnevnim temperaturama $\geqq 10,0$ i $\geqq 15,0^0$ iznosi 59. Dakle ove razlike su bliske jedna drugoj.

Ova metoda izračunavanja ne daje sasvim tačne rezultate za sve predele. U onim predelima gde su srednje mesečne temperature dosta niske preko cele godine ovim metodom dobijaju se prilično pogrešne vrednosti. Za naše prilike u Jugoslaviji ova metoda je primenljiva. Zbog toga je mi upotrebljavamo jer se pomoću nje temperaturne sume mogu dosta brzo i dosta lako odrediti.

Kada se odrede temperaturne sume za neku veću oblast i unesu u geografske karte, pa se sva mesta sa istim vrednostima povežu krivim linijama (izolinijama) tada se dobije pregledna slika rasporeda temperaturnih suma.

Na isti način mogu se izraditi i karte za srednje datume sa temperaturama 5,0, 10,0 i $15,0^0$, a takođe i karte sa brojevima dana kada su srednje dnevne temperature bile $\geqq 5,0$, $\geqq 10,0$ i $\geqq 15,0^0$. Takve karte mogu mnogo koristiti pri rejoniranju jedne oblasti (53).

62.6 EKSTREMNE TEMPERATURE VAZDUHA

Sem srednjih dnevnih i mesečnih temperatura, koje se dobijaju iz terminskih vrednosti pročitanih na običnom »suvom« termometru, svaka meteorološka stanica treba da raspolaže i sa ekstremnim temperaturama, tj, sa maksimalnom i minimalnom temperaturom. Pri obradi temperaturskih podataka, za klimatološke svrhe, obrađuju se i ekstremne temperature na sličan način kao i srednje mesečne.

Ali ovde treba uvesti tri pojma za ekstremne temperature: s r e d n j e m e s e č n e i g o d i š n j e, s r e d n j e a p s o l u t n e m e s e č n e i g o d i š n j e i a p s o l u t n e m e s e č n e i g o d i š n j e (maksimalne ili minimalne) temperature.

a) *Srednje mesečne i godišnje maksimalne i minimalne temperature vazduha.* — Srednje mesečne maksimalne temperature se izračunavaju kada se saberu sve dnevne maksimalne temperature u jednom mesecu i zbir podeli sa brojem dana dotičnog meseca. Isto se tako radi i sa minimalnim temperaturama.

Srednje godišnje ekstremne temperature se dobiju kada se saberu sve srednje mesečne i zbir podeli sa 12.

Ako se ima na raspolaganju dugi niz neprekidnih osmatranja, onda se mogu izračunati normalne srednje mesečne i godišnje vrednosti maksimalne i minimalne temperature. Ali se ovde moraju učiniti izvesne primedbe:

Pri merenju ekstremnih temperatura mora se voditi računa o lokalnim uslovima pod kojima su termometri postavljeni. Ovo naročito važi za onoga koji ove podatke kasnije obrađuje. Treba u svakom slučaju izbegavati da se meteorološka stanica premešta sa jednog mesta na drugo. Na primer, ako se stanica premesti sa nekog uzvišenog mesta u nizinu ili sa nekog terena gde ima drveća ili druge vegetacije na otvorenu poljanu bez vegetacije, onda se povišava dnevna maksimalna, a snižava minimalna temperatura vazduha. Ovo naravno ima uticaja i na srednje mesečne i godišnje vrednosti ekstremnih temperatura. Kod srednjih dnevnih ovo ne dolazi toliko do izražaja, jer se porast u toku dana kompenzira sa snižavanjem temperature u toku noći.

Izrada izotermnih karata sa srednjim maksimalnim i minimalnim temperaturama je nešto drugačija, nego izrada karata sa običnim srednjim temperaturama. Pre svega termički gradijenti za maksimalne i minimalne temperature nisu jednaki sa termičkim gradijentom običnih srednjih dnevnih temperatura. U dnevnim časovima temperatura opada brže sa visinom nego u noćnim. Vertikalno opadanje maksimalne temperature sa visinom u toku dana ne zavisi mnogo od reljefa. Prema tome, izrada izotermnih karata srednjih maksimalnih temperatura, koje su reducirane na morski nivo, potpuno je moguća, ali se samo mora uzeti veći termički gradijent.

Na minimalnu temperaturu ima veoma veliki uticaj reljef i drugi mesni uslovi (polje, grad itd.). Uticaj nadmorske visine mesta na minimalnu temperaturu često dolazi u drugi red. Prema tome, izotermne karte srednjih minimalnih temperatura reduciranih na istu nadmorsku visinu imaju samo ograničeni interes. Najvećeg interesa za praksu imaju izotermne karte srednjih maksimalnih i srednjih minimalnih temperatura na visini zemljine površine, tj. nereducirane na morski nivo.

Godišnji tokovi srednje maksimalne i srednje minimalne temperature imaju veći interes za izračunavanje mesnog termičkog režima (mesnih termičkih uslova) što se postiže upoređenjem godišnjih temperaturnih krivih: srednjih maksimalnih, srednjih minimalnih i srednjih običnih temperatura.

b) *Srednje apsolutne mesečne i godišnje maksimalne i minimalne temperature vazduha.* — Ove se vrednosti izračunavaju samo iz dugogodišnjeg niza osmatranja. Period osmatranja treba da bude najmanje 40, do 50 godina.

Srednja apsolutna maksimalna temperatura za neki mesec se dobije, kada se saberu mesečne apsolutne maksimalne temperature dotičnog meseca za čitav niz godina i zbir podeli brojem godina. Na isti se način dobija i srednja apsolutna minimalna temperatura.

Srednja apsolutna godišnja maksimalna ili minimalna temperatura se dobija, kada se za svaku godinu osmatranja ispišu apsolutni maksimumi odnosno minimumi, bez obzira u koji mesec spadaju, i saberu, pa zbir podeli brojem godina.

Radi bolje ilustracije prikazane su u tablici 73. apsolutne maksimalne temperature u Novom Sadu za period 1925—1940. U ovoj tablici T_x predstavlja srednju apsolutnu maksimalnu temperaturu za pojedine mesece i godinu.

c) *Apsolutne maksimalne i minimalne temperature vazduha.* — Apsolutne maksimalne i minimalne temperature mogu se posmatrati u toku jednog meseca, u toku jedne godine i u toku jednog niza godina. U svakom mesecu svake godine postoji jedan apsolutni maksimum temperature. To su brojevi u tablici 73. Svaka godina u ovom nizu ima jednu maksimalnu temperaturu, npr. 1925. g. ima 33,9° u avgustu, itd. Međutim, ako se posmatra svaki mesec u čitavom nizu godina vidimo da postoji jedna najviša temperatura. Npr. u januaru 19,0° (1939.), u februaru 20,8° (1925.) itd. To su dakle apsolutni maksimumi za pojedine mesece za period 1925—1940. u Novom Sadu. Između svih ovih maksimalnih temperatura najviša je 39,0° u julu 1939. godine. To je u stvari apsolutni maksimum temperature za čitav period 1925—1940. godine.

Na isti se način nalaze i apsolutni minimumi. Iz tih vrednosti se dobije pregledna slika apsolutnog temperaturnog kolebanja.

Ovde su prikazani podaci za period od 16 godina što kod ovih računanja nije dovoljno. I ovde treba uzeti što duži period — najmanje 40—50 godina. Iz manjeg perioda npr. 20—25 godina, može se dobiti dosta pravilna relativna slika, koja daje uzajamni odnos maksimuma i minimuma temperature na raznim stanicama, ali ako se period produži, stvarne apsolutne vrednosti mogu se znatno izmeniti. Npr. apsolutni minimum temperature u novembru za period od 25 godina (1891—1915) za Lenjingrad je —22,9°, a za period od 52 godine (1879—1930) je —32,8°. Kao što se vidi razlika je skoro 10°.

Tablica 73. Apsolutne maksimalne temperature vazduha u Novom Sadu za period 1925—1940. godine

Godine \ Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
1925.	17,0	20,8	20,1	24,4	30,5	31,6	32,5	33,9	31,2	24,7	21,5	17,8	33,9
26.	10,6	18,9	24,7	29,3	27,5	29,5	30,2	32,2	31,6	29,5	27,5	12,0	32,2
27.	15.0	17,3	21,5	28,5	30,3	36.1	37,2	36,9	33,4	24,0	21,8	13,5	37,2
28.	11,0	16.7	17.8	26,5	25,6	36,9	38,2	37,3	34,0	24,8	23,8	16,3	38,2
29.	6.1	10,0	15,1	18,6	29,4	31,7	34,7	35,8	32,1	27,6	22,6	16,0	35,8
1930.	12,7	15,0	22,0	26,8	32,4	35.0	36.4	33,4	33,5	25,0	24,2	13,7	36,4
31.	15,3	15,6	18,2	22,0	31,1	33,7	37,6	37,7	31,8	25,4	19,4	15,6	37,7
32.	13,7	6,5	11,8	26,0	28,9	32,0	34,7	33,7	34,4	33,2	14,0	14,7	34,7
33.	14,3	12,8	20,6	22,5	25,0	29.4	35,3	35,3	29,1	26,9	18,4	8.5	35,3
34.	8,5	17,6	22,0	28,5	30,2	30,0	34.4	34,2	26,4	27,2	21,0	15,5	34,4
35.	8,6	14,6	20,2	25,8	30,8	35,8	35,0	34,0	32,6	30,6	18 0	14,7	35.8
36.	16,8	13,8	23,6	23,2	26.5	32,4	37,0	32,3	33,3	17,1	21,2	13,4	37,0
37.	16,3	18,5	23,4	18,6	30,7	33,4	32,6	33,5	30,0	25,0	19,7	20,1	33,5
38.	11,3	12,0	22,6	25,4	28,2	37,2	37,5	34,7	29,5	25,5	20,0	14,6	37,5
39.	19,0	14,8	17.2	29,2	27,5	31'7	39,0	37,3	31,8	31,2	15,8	15,0	39,0
1940.	0,7	7.1	22,0	27,0	29,0	32,5	34 5	34,0	30,4	27.5	22,5	9,4	34,5
Σ	196.9	232,0	322,8	402,3	463,6	528,8	566,8	556,2	505,1	425.2	331,4	230,8	573,1
Tx	12,3	14,5	20.2	25,1	29,0	33,0	35,4	34,8	31,6	26,6	20,7	14,4	35,8

Za određivanje apsolutnih maksimalnih i minimalnih temperatura u nekom mestu često se može iskoristiti i kraći period, ako se imaju podaci apsolutnih maksimuma i minimuma sa neke obližnje stanice za duži period. Jer, ustanovljeno je, da najveće žege i najjače zime kada nastupe zahvataju mahom istovremeno jednu čitavu teritoriju. Prema tome, sve stanice na dotičnoj teritoriji imaće u isto vreme apsolutni maksimum ili minimum temperature. Npr. mesec februar 1929. godine bio je u našim krajevima veoma hladan, a najveća hladnoća toga meseca bila je 11. februara. Toga dana minimalne temperature u pojedinim mestima bile su: Senta —31,0°, Stari Bečej —28,2°, Novi Sad —25,9°, Beograd —25,5°, Smederevo —31,5°, Veliko Gradište —30,6° itd. Ove temperature predstavljaju i apsolutne minimume za tu godinu, a za neka mesta i apsolutne minimume februara meseca za period od 16 godina (1925—1940).

Međutim, ako se za Beograd uzme niz osmatranja za 60 godina (1887—1949. sa izvesnim prekidima), onda se može videti da je minimalna temperatura od —25,5° u februaru 1929. godine bila zaista najniža za ceo period od 60 godina ali u februaru mesecu. Prema tome, mogla bi se i temperatura od —25,9° u Novom Sadu smatrati kao apsolutni minimum temperature u mesecu februaru — i uopšte. Ali u Beogradu je bila niža minimalna temperatura januara 1893. godine i to —26,2°, a u Novom Sadu 28. I 1933. godine bila je minimalna temperatura —26,5°.

Za ovakve slučajeve O. A. Drozdov je uveo jedan metod određivanja apsolutnih ekstremnih temperatura svođenjem podataka meteorološke stanice sa kraćim periodom osmatranja, prema podacima neke obližnje stanice sa dužim periodom osmatranja. Npr. redukcija podataka za Sluck prema podacima za Lenjingrad izvršila bi se na sledeći način: (vidi tablicu 74).

Apsolutni minimum za period od 40 godina u Lenjingradu bio je —34,6° (1893. god.). Iz podataka iz tablice 74. izlazi:

$a_{40} = -34,6^0$

$v(a) = \pm 3,50$ (srednja promenljivost apsolutne minimalne temperature u Lenjigradu).

$v(b) = \pm 3,36$ (srednja promenljivost apsolutne minimalne temperature u Slucku).

Pošto se srednja promenljivost apsolutne minimalne temperature Lenjingrad ($\pm 3,50$) ne razlikuje mnogo od srednje promenljivosti u Slucku ($\pm 3,36$) to se može uzeti da je teoretski izračunata apsolutna minimalna temperatura u Slucku za isti period od 40 godina (b'_{40}) ravna:

$b'_{40} = a_{40} - 4,0$ odnosno

$b'_{40} = -34,6 - 4,0 = -38,6^0$.

Primena ove formule je moguća ako je b'_{40} odnosno —38,6° manje od najmanje vrednosti apsolutne minimalne temperature u Slucku za svih 10 godina, tj. manje od minimalne apsolutne temperature —34,7°, koja je bila 1929. godine. Dakle, $-34,6 - 4,0 + 34,7 = -3,9 < 0$.

Na ovaj način dobivena je reducirana minimalna temperatura od —38,6° za Sluck prema podacima za 10 godina. Pošto u Slucku postoji

Tablica 74. Svođenje apsolutnih godišnjih minimalnih temperatura

Godine	Apsolutni minimum		Razlika Sluck — Lenjingrad
	u Slucku	u Lenjingradu	
1921.	–30,0°	–28,6°	–1,4°
1922.	–27,5	–22,8	–4,7
1923.	–24,5	–21,4	–3,1
1924.	–34,1	–28,9	–5,2
1925.	–24,2	–21,6	–2,6
1926.	–33,7	–26,4	–7,3
1927.	–28,0	–25,8	–2,2
1928.	–26,1	–21,0	–5,1
1929.	–34,7	–32,3	–2,4
1930.	–26,4	–20,2	–6,2
Srednja vrednost	–28,9	–24,9	–4,0

takođe duži niz osmatranja, to se iz stvarnih osmatranja vidi, da je stvarna apsolutna temperatura 1892. godine bila u Slucku —39,5°, koja se ne razlikuje mnogo od —38,6° (izračunata vrednost).

Ovakav način svođenja primenjuje se ako se imaju na raspolaganju podaci za najmanje 10 godina od one stanice čiji se podaci svode (rediciraju). Kraći periodi osmatranja ne daju dobre rezultate.

Ovde će se na kraju prikazati apsolutne maksimalne i minimalne temperature vazduha u Beogradu, kao i godine kada su one bile za period 1887—1961. godine (76).

Tablica 75. Apsolutne maksimalne (t_x) i apsolutne minimalne (t_n) temperature vazduha u Beogradu za period 1887—1961. godine

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
t_x	20,0	21,5	30,0	30,9	34,3	38,0	40,2	41,8	41,8	34,7	29,3	20,9	41,8
Godine	1910	1899	1952	1926	1950	1918	1916	1921	1946	1932	1926	1958	1921 1946
t_n	–26,2	–25,5	–16,3	–6,1	–1,4	4,0	8,0	6,4	0,6	–13,0	–15,2	–19,3	–26,2
Godine	1893	1929	1893	1931	1935	1913	1907	1906	1906	1920	1888	1933	1893

Najviša pročitana temperatura u Beogradu za 75 godina bila je 41,8° a najniža —26,2°. Prema tome, apsolutno kolebanje temperature iznosi 68,0°.

62.7 ČESTINE DANA SA IZVESNIM EKSTREMNIM TEMPERATURAMA

Za praktične potrebe mogu korisno poslužiti podaci o broju dana sa izvesnim graničnim ekstremnim temperaturama vazduha. U ove dane spadaju:

1. Srednji broj dana sa mrazom — minimalna temperatura < 0,0° (mrazni dani).
2. Srednji broj dana sa jakim mrazom — minimalna temperatura ≦ —10.0°.
3. Srednji broj dana sa maksimalnom temperaturom < 0,0° (ledeni dani).
4. Srednji broj dana sa maksimalnom temperaturom ≧ 25,0° (letnji dani).
5. Srednji broj dana sa maksimalnom temperaturom ≧ 30.0.° (tropski dani).
6. Srednji broj dana sa maksimalnom temperaturom ≧ 35,0°.
7. Srednji broj dana sa minimalnom temperaturom ≧ 20,0° (dani sa tropskim noćima).

Kao što se iz napred iznetog pregleda vidi, kao *mrazni dan* naziva se onaj u kome je minimalna temperatura (u toku 24 časa) bila niža od 0,0° makar i u jednom momentu. Kao *ledeni dan* naziva se zimski dan u kome je maksimalna temperatura bila niža od 0,0°. Dani u kojima je maksimalna temperatura vazduha bila ravna ili viša od 25,0° nazivaju se *letnjim danima*, što znači da je u jednom momentu u toku 24 časa bila dotična temperatura ≧ 25,0°. Dani u kojima je maksimalna temperatura bila ravna ili viša od 30,0° nazivaju se *tropskim danima*. Ako je u toku noći minimalna temperatura bila ravna ili viša od 20,0° takve noći nazivaju se tropskim noćima (70).

62.8 RELATIVNE TEMPERATURE VAZDUHA

Pojam *relativne temperature* vazduha uveo je u naučnu literaturu nemački klimatolog Köppen (77). Ova temperatura se izražava u procentima.

Da bi se godišnji tok relativne temperature mogao ispitati potrebno je da se isti uporedi sa analitičkom simetričnom krivom linijom, koja ima apsolutni minimum u januaru, a apsolutni maksimum u julu. Za izračunavanje relativne temperature (t_r) Köppen je postavio jednačinu:

$$t_r = 100 . \sin^2 15\,\alpha \qquad (11)$$

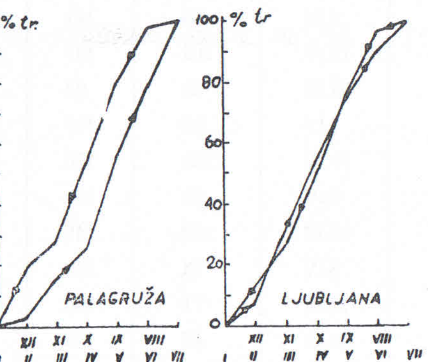
u kojoj se ugao α uzima za srednji datum meseca i to na sledeći način: za januar $\alpha = 0^0$, za februara $\alpha = 1^0$, za mart $\alpha = 2^0$, za april $\alpha = 3^0$, za maj $\alpha = 4^0$, za juni $\alpha = 5^0$, za juli $\alpha = 6^0$, za avgust $\alpha = 5^0$, za septembar $\alpha = 4^0$, za oktobar $\alpha = 3^0$, za novembar $\alpha = 2^0$ i za decembar $\alpha = 1^0$. Kao što se vidi α se menja od 0 do 6^0, odnosno ugao se menja od 0 do 90^0 ($15 \times 6 = 90$), a sinus se menja od 0 do 1. Pomoću prednje jednačine mogu se izračunati teoretske vrednosti relativne temperature za pojedine mesece.

Za praktične potrebe relativne temperature mogu se izračunati pomoću srednjih mesečnih temperatura na sledeći način: Uzme se razlika između srednje mesečne temperature najtoplijeg i najhladnijeg meseca, pa se ta razlika obeleži kao 100%. Za naše kontinentalne krajeve to je razlika između srednje mesečne temperature jula i srednje mesečne temperature januara. Zatim se uzimaju razlike između srednjih mesečnih temperatura ostalih meseci i januara i te razlike se izražavaju u % od razlike juli-januar, koja je uzeta kao 100%. Kao primer u tablici 76. predstavljene su srednje mesečne relativne temperature vazduha u donjem delu Topličke kotline (78).

Tablica 76. Srednje mesečne (t) i relativne (t_r) temperature vazduha u donjem delu Topličke kotline za period 1925—1940. i 1947—1954. godine

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t u °C	—0,6	0,6	5,7	11,7	16,2	20,0	22,6	21,6	18,2	12,4	7,4	1,2
t_r u %	0	5	27	53	72	88	100	96	81	56	34	8

Prema podacima iz tablice 76. se vidi da su u drugoj polovini godine, od jula do decembra, relativne temperature više nego u prvoj polovini, tj. od januara do juna. Ovakav raspored toplote u donjem delu Topličke kotline je značajan za dobro sazrevanje plodova, kako kod okopavina tako i kod grožđa i ostalog voća.



Sl. 55. Relativne temperature vazduha na Palagružu i u Ljubljani

Relativne temperature se mogu prikizati i grafički, kao što je urađeno na slici 55. za Palagruž i Ljubljanu, tj. za jedno mesto u kontinentalnoj klimatskoj oblasti i drugo mesto (malo ostrvo) na Jadranskom moru gde vladaju maritimni uticaji klime (70).

Kao što se na slici 55. vidi na ordinati su uzeti procenti relativne temperature, a na apscisi meseci i to od januara do jula na desno, a od avgusta do decembra na levo. Iz slike 55. se vidi razlika između godišnjeg toka relativne temperature u Ljubljani, gde više dolaze do izražaja kontinentalni klimatski uticaji, i Palagruža gde vladaju maritimni klimatski uticaji. Kod mesta gde vlada maritimna klima jesen je toplija od proleća, pa je deo godišnjeg toka relativne temperature od avgusta do decembra iznad dela od februara do juna. Prema tome, ukoliko je u nekom mestu maritimnost klime veća utoliko će biti veća površina koju obuhvata godišnji tok relativne temperature vazduha. Isto tako, ukoliko je kontinentalnost klime u nekom mestu veća, utoliko će pomenuta površina biti manja. Ovo se jasno vidi na primeru za Palagruž i Ljubljanu.

62.9 EKVIVALENTNE TEMPERATURE VAZDUHA

Ekvivalentna temperatura vazduha se može definisati kao temperatura suvog vazduha koju bi on imao, kada bi se u vlažnom vazduhu sva vodena para kondenzovala pri konstantnom pritisku, i pri tome sva oslobođena toplota prešla na suvi vazduh (6).

Pojam ekvivalentne temperature može se objasniti na sledeći način: Pretpostavimo da 1 kilogram vazduha sadrži u sebi *n* grama vodene pare, a da je apsolutna temperatura tog vazduha *T*. Kada se 1 gram vodene pare kondenzuje oslobodi se oko 605 gram-kalorija latentne toplote. Specifična toplota vazduha na stalnom pritisku je 0,24 gram-kalorija po gramu vazduha, odnosno 240 gram-kalorija po kilogramu vazduha. Prema tome, pri kondenzaciji 1 grama vodene pare i oslobađanja 605 gram-kalorija toplote, dotičnom kilogramu vazduha će se temperatura *T* povisiti za $\frac{605}{240} = 2{,}52^0$. Međutim, ako se u tom kilogramu vazduha svih *n* grama vodene pare kondenzuje i oslobodi 605.n gram-kalorija toplote, tada će u dotičnom kilogramu vazduha temperatura *T* da se povisi za 2,52.n. Novo dobivena temperatura suvog vazduha *T'* predstavlja ekvivalentnu temperaturu suvog vazduha. Ako se obeleži 2,52. n=ΔT (ekvivaletni dodatak) tada će ekvivaletna temperatura biti:

$$T' = T + \Delta T \qquad (12)$$

Količina vodene pare *n* u kilogramu vazduha predstavlja tzv. *specifičnu vlagu* i može se izraziti u obliku jednačine:

$$n = 622 \frac{e}{p} \text{ g/kg} \qquad (13)$$

u kojoj je *e* — pritisak vodene pare, a *p* — pritisak vazduha. Prema tome, ekvivaletni dodatak biće:

$$\Delta T = 2{,}52 \times 622 \frac{e}{p} = 1567 \frac{e}{p} \qquad (14)$$

Ako se vrednost za ΔT iz jednačine (14) smeni u jednačini (12) dobiće se da je ekvivalentna temperatura *T'* ravna:

$$T' = T + 1567 \frac{e}{p} \qquad (15)$$

Kao što se iz jednačine (15) vidi ova temperatura predstavlja neku vrstu kombinacije između temperature i vlažnosti vazduha i vazdušnog pritiska i spada u grupu tzv. *kombinovanih* ili *kompleksnih klimatskih* elemenata. Ona je u stvari proporcionalna ukupnoj toplotnoj energiji u određenoj zapremini vazduha (70).

M. Robitzsch (79) je nešto pojednostavio jednačinu (15) na taj način što je za kondenzacionu toplotu uzeo okruglo 600 gram-kalorija po gramu kondenzovane vodene pare, pa je ova jednačina dobila oblik:

$$t_e = t + 1555 \frac{e}{p} \qquad (16)$$

gde su t_e i *t* uzete ne kao apsolutne već kao obične temperature vazduha. Za vazdušni pritisak p=755 mm jednačina (16) dobija oblik:

$$t_e = t + 2e \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17$$

Ekvivalentna temperatura se u praksi iskorišćava na više načina: Pri analizi vazdušnih masa u sinoptičkoj meteorologiji, u bioklimatologiji, u tehnici itd. Na osnovu ekvivalentne temperature se može vršiti i prognoza proletnjih i jesenjih mrazeva, što je od značaja za poljoprivredu (80). Značaj ekvivalentne temperature u bioklimatoloiji je u tome, što ona izaziva različiti osećaj kako kod bolesnih tako i kod zdravih ljudi. Postoji jedna tzv. Krügerova podela po kojoj je ustanovljeno dejstvo različitih ekvivalentnih temperatura na čoveka u toku godine (32).

U tablici 77. prikazane su ekvivalentne temperature za Beograd (70) a takođe i za Zlatibor i Užičku Požegu (81).

Tablica 77. Ekvivalentne temperature u Beogradu (t_b), Zlatiboru (t_z) i Užičkoj Požegi (t_u)

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t_b	7,5	8,9	16,4	24,8	35,9	43,0	47,4	45,2	38,4	29,2	19,9	10,2
t_z	5,5	5,9	9,3	16,2	28,0	34,6	40,2	38,5	30,8	22,1	13,7	9,6
t_u	6,0	8,4	14,0	23,2	35,1	42,3	47,0	45,3	35,6	25,3	17,0	10,4

Kao što se iz tablice 77. vidi ekvivalentna temperatura je skoro u svim mesecima najviša u Beogradu a najniža na Zlatiboru. To znači da ova temperatura zavisi od nadmorske visine. Jer, u Beogradu je nadmorska visina 132 metra a na Zlatiboru 1030 metara i u Užičkoj Požegi 311 metara.

62.9.1 ODREĐIVANJE DATUMA PRVOG JESENJEG I POSLEDNJEG PROLETNJEG MRAZA

Kao srednji datumi sa prvim ili poslednjim mrazom smatra se dan odnosno noć kada je minimalna temperatura vazduha bila ispod 0,0°. Određivanjem ovih datuma dobije se i *trajanje mraznog perioda.* Ovi podaci određuju se na sledeći način:

1. *Srednji datum*

— Ispišu se datumi u svakoj godini kada je bio prvi mraz u jesen i kada je bio poslednji mraz u proleće (rubrike 2 i 4 u tablici 78).

— Odredi se redni broj dana u godini na koji pada dotični datum sa prvim odnosno poslednjim mrazom (rubrika 3 i 5 u tablici 78).

— Saberu se vertikalno brojevi u rubrikama 3 i 5 i zbirovi podele sa brojem godina, odnosno zima, tako da se dobiju srednje vrednosti rednog broja dana u godini.

— Prema dobivenoj srednjoj vrednosti rednog broja dana u godini nađe se kome datumu odgovara ta dobivena srednja vrednost. I to će biti srednji datum prvog i poslednjeg mraza u godini. Za određivanje srednjeg datuma služi tablica 87 na kraju knjige.

2. *Ekstremni datum*

— U nizu godina osmatranja odnosno zima nađu se najraniji, odnosno najkasniji datumi prvog jesenjeg i poslednjeg proletnjeg mraza. Kao primer prikazuju se podaci za Beograd za period 1931/32. do 1945/46. godie, prema P. Vujeviću (70).

Tablica 78. Datumi prvog i poslednjeg mraza u Beogradu, u zimama od 1931/32. do 1945/46. godine, sa odgovarajućim rednim danom u godini, trajanjem mraznog perioda i stvarnim brojem mraznih dana

1 Zima	2 Datum prvog mraza	3 Redni broj dana u godini sa prvim mrazom	4 Datum poslednjeg mraza	5 Redni broj dana u godini sa poslednjim mrazom	6 Trajanje mraznog perioda	7 Stvarni broj dana sa mrazom
1931/32.	1.XI	305	29.III	89	149	121
32/33.	3.XI	308	10.IV	100	158	92
33/34.	21.XI	325	6.III	65	105	78
34/35.	21.XI	325	3.V	123	163	75
35/36.	21.XI	325	16.II	47	87	32
36/37.	13.X	287	4.III	63	141	68
37/38.	16.XI	320	12.IV	102	147	64
38/39.	15.XII	349	24.III	83	99	56
39/40.	12.XII	346	1.IV	92	111	87
1940/41.	18.X	292	13.IV	103	176	70
41/42.	14.XI	318	1.IV	91	138	103
42/43.	19.XI	323	10.IV	100	142	73
43/44.	5.XI	309	3.IV	94	150	68
44/45.	23.XI	328	12.III	71	108	71
45/46.	19.XI	323	28.III	87	129	69
Zbir 15	—	4783	—	1310	2003	1127
Srednja vrednost	15.XI	319	28.III	87	133	75

Srednji datum prvog mraza u Beogradu je 15. XI, a poslednjeg 28. III. Ovi datumi odgovaraju rednom broju dana u godini 319. i 87. Ekstremni datum prvog mraza je 13. X 1936. godine, dok je ekstremni datum poslednjeg mraza 3. V 1935. godine. Međutim, datum poslednjeg mraza, prema minimalnoj temperaturi na 5 sm iznad zemlje, bio je 1962. godine 7. i 9. juna u nekim mestima Vojvodine i Srbije (vidi član 44).

63. OBRADA TEMPERATURE ZEMLJIŠTA

Temperatura zemljišta osmatra se na pojedinim stalnim dubinama, i to: 0, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 50 i 100 cm. Temperatura zemljišta iskorišćava se kako pri rešavanju raznih teoretskih tako i pri rešavanju praktičnih problema, kao što su: ispitivanje toplotnog bilansa zemljišta i nižih slojeva vazduha, agroklimatska rejonizacija, proračuni pri raznim podizanjima zgrada koji su vezani sa radovima u zemljištu, a u koje spadaju, postavljanje temelja kod građevina, postavljanje vodovodnih cevi itd.

a) *Srednje dnevne temperature zemljišta*

Ove temperature se određuju za svaki sloj dubine posebno, i to po formuli:

$$t = \frac{t_7 + t_{14} + t_{21}}{3},$$

u kojoj su: t_7, t_{14} i t_{21} — pročitane vrednosti temperature u 7, 14 i 21 čas. Iz dobivenih vrednosti za svaki dubinski sloj mogu se naći prosečne dnevne temperature za sve dubinske slojeve.

Međutim, temperature zemljišta su veoma promenljive s obzirom na horizontalno prostranstvo, pošto one veoma mnogo zavise od fizičkih osobina zemljišta, kao što su: provođenje toplote i temperature, specifična toplota, vlažnost zemljišta, vrsta i struktura zemljišta, pokrivač, tehnička obrada zemljišta itd.

b) *Srednje mesečne temperature zemljišta*

Ove temperature se izračunavaju iz srednjih dnevnih na isti način kao i temperature vazduha. I srednje mesečne temperature zemljišta se određuju za pojedine dubinske slojeve, a mogu se odrediti i prosečene vrednosti za sve dubinske slojeve.

c) *Srednje godišnje temperature zemljišta*

Srednje godišnje temperature zemljišta se izračunavaju iz srednjih mesečnih. Saberu se sve srednje mesečne pa se zbir podeli sa 12.

Dugogodišnji proseci temperature zemljišta izračunavaju se iz srednjih mesečnih vrednosti za duži niz godina, i to za svaki dubinski sloj posebno.

Pored napred navedenih vrednosti, potrebno je još da se odrede i sledeće veličine:

1. — broj dana sa temperaturom zemljišta $\leq 0{,}0^0$ u pojedinim dubinskim slojevima;

2. — srednji i ekstremni datumi prvog i poslednjeg mraza u pojedinim dubinskim slojevima zemljišta;

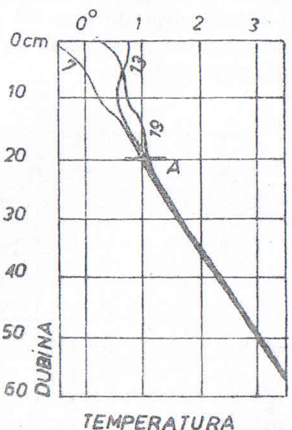
3. — srednje i maksimalne dubine na kojima je bila temperatura $0{,}0^0$.

Vrednosti pod 1. i 2. određuju se prostim računskim radnjama iz što je moguće dužeg niza osmatranja, koji ne bi smeo da bude kraći od 15 godina (15).

Određivanje srednje i maksimalne dubine na kojima je temperatura zemljišta bila $0{,}0^0$ vrši se na sledeći način:

Odredi se za svaki dan dubina sloja od koje počinje pozitivna temperatura u zemljištu u najhladnijim zimskim mesecima. Zatim se odredi dubina sloja, takođe za svaki dan, do koje dopire neka negativna temperatura. Dubina nulte izoterme nađe se za svaki dan interpolacijom između ovih dveju dubina. Tako određivanje nulte izoterme vrši se za svaku godinu odnosno zimu posebno, pa se posle iz dobijenih vrednosti izračunaju srednje dubine prostim sabiranjem i deljenjem sa brojem godina. Iz dobijenih podataka se odredi i maksimalna dubina nulte izoterme.

Primer: U toku zime nekoga dana najniža temperatura zemljišta od $-3{,}0^0$ osmotrena je u dubinskom sloju od 20 cm. Isto tako najniža pozitivna temperatura od $2{,}0^0$ osmotrena je toga dana na dubini 30 cm. Kako je na dubinskoj razlici od 10 cm temperaturska razlika $5{,}0^0$, to znači da temperatura raste $1{,}0^0$ na 2 cm dubine, pa će $0{,}0^0$ temperature biti na dubini 26 cm.

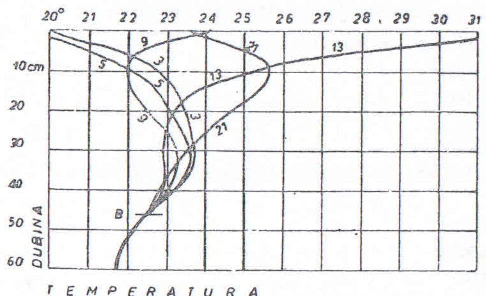


Sl. 56. Tautohrone linije (dnevni tok) temperature zemljišta u januaru u Beogradu

Dubina nulte izoterme može se na ovaj način naći za svaki dan u godini odnosno u toku zime kada su temperature bile ispod $0{,}0^0$. Iz dobivenih podataka se izračunaju srednje dubine nulte izoterme i izdvoje maksimalne dubine.

Temperaturni odnosi kod dubljih slojeva zemljišta mogu se predstaviti grafički tzv. *tautohronim linijama* i *izopletama*, prema kojima se takođe mogu odrediti i dubne nulte izoterme.

Tautohrone linije predstavljaju temperature zemljišta na raznim dubinama u isti čas dana. Ove se linije crtaju u jednom koordinatnom sistemu u kome se po ordinati uzimaju dubine u zemljištu a po apscisi stepeni temperature. Na slikama 56. i 57. prikazane su tautohrone linije u januaru i julu za period 1901—1906. godine u Beogradu prema P. Vujeviću (32).



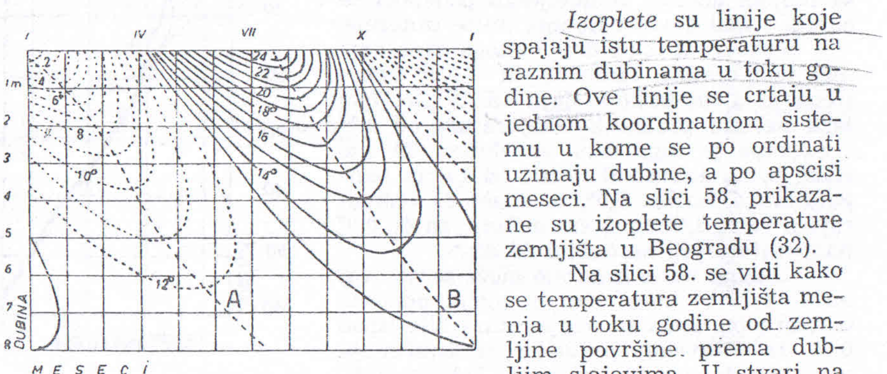
Sl. 57. Tautohrone linije (dnevni tok) temperature zemljišta u julu u Beogradu

Tautohrone linije na slikama 56. i 57. pokazuju prodiranje toplote u zemljište.

Dnevno kolebanje temperature zemljišta opada sa dubinom kako u januaru tako i u julu, i prestaje u januaru na dubini 20 cm (tačka A na slici 56), dok u julu prestaje na dubini 45 cm (tačka B na slici 57). Inače kao što se vidi, dnevno temperaturno kolebanje je veće na istim dubinskim slojevima u julu nego u januaru.

Temperatura zemljišta uglavnom raste od površine zemlje pa prema dubini u januaru, dok su u julu temperaturni odnosi sa dubinom poreme-

ćeni dnevnim zagrevanjem gornjih slojeva zemljišta od sunčevog zračenja. Tako npr. u 3 i 5 časova temperatura raste sa dubinom do oko 30 cm a zatim opada. Već od 9 časova temperatura opada od zemljine površine do oko 8 cm dubine, a zatim raste do oko 35 cm dubine i onda ponovo opada. U 13 časova temperatura opada sa dubinom do oko 25 cm, zatim je konstantna do oko 40 cm i onda dalje opada sa dubinom. U 21 čas temperatura prvo raste sa dubinom do oko 10 cm a zatim dalje opada sa porastom dubine.



Sl. 58. Izoplete temperature zemljišta u Beogradu

Izoplete su linije koje spajaju istu temperaturu na raznim dubinama u toku godine. Ove linije se crtaju u jednom koordinatnom sistemu u kome se po ordinati uzimaju dubine, a po apscisi meseci. Na slici 58. prikazane su izoplete temperature zemljišta u Beogradu (32).

Na slici 58. se vidi kako se temperatura zemljišta menja u toku godine od zemljine površine prema dubljim slojevima. U stvari na slici 58. se vidi vertikalna raspodela temperature u pojedinim mesecima, a takođe i godišnji tok temperature na bilo kojoj dubini. Na ovoj slici se vide dve kose linije A i B koje polaze od vremena najniže i najviše temperature na zemljinoj površini (druga polovina januara i jula) pa prema većim dubinama. Linija A označava minimalne a linija B maksimalne temperature zemljišta u pojedinim dubinama. Prema ovim linijama se vidi, kako se ekstremi temperature sa dubinom pomeraju na kasnije vreme.

Tako npr. prema liniji A najniža temperatura na:
— površini zemlje je u januaru,
— 4 metra dubine je u aprilu,
— 8 metara dubine je u julu,
— 12 metara dubine je u oktobru.

Isto tako se prema liniji B vidi da je najviša temperatura na:
— površini zemlje u julu,
— 4 metra dubine u oktobru,
— 8 metara dubine u januaru,
— 12 metara dubine u maju.

Prema tome, na dubini 8 metara temperatura je najniža u julu kada je najviša na površini zemlje, dok je na ovoj istoj dubini najviša u januaru kada je najniža na zemljinoj površini.

Interpolacija i redukcija srednjih temperatura zemljišta na isti broj godina. — Ako se desi da na nekoj dubini nedostaju podaci merenja temperature, onda se oni mogu izračunati interpolacijom ili redukcijom prema podacima susednih stanica za isti dubinski sloj. Interpolacija ili redukcija temperature zemljišta se može izvesti za neki sloj i prema vrednostima temperature susednih dubinskih slojeva iste meteorološke stanice. To znači, ako na dubini od 15 cm u dotičnom nizu osmatranja nedostaju podaci za neke dane ili mesece, onda se oni mogu izračunati interpolacijom ili redukcijom na isti broj godina prema podacima temperature za dubinske slojeve 10 i 20 cm.

64. OBRADA VAZDUŠNOG PRITISKA

a) *Opšte uputstvo.* — Klimatološka obrada vazdušnog pritiska vrši se na sličan način kao i temperature vazduha. Pročitane vrednosti vazdušnog pritiska se prvo reduciraju na 0,0° temperature, pa zatim na normalnu zemljinu težu. Iz ovako reduciranih vrednosti izračunava se srednja dnevna vrednost vazdušnog pritiska (p) po formuli:

$$p = \frac{p_7 + p_{14} + p_{21}}{3}$$

u kojoj su: p_7, p_{14}, p_{21} — pročitane i reducirane vrednosti vazdušnog pritiska u 7, 14 i 21 čas. Srednje vrednosti vazdušnog pritiska izračunavaju se sa jednom decimalom.

Srednje mesečne vrednosti se izračunavaju kada se saberu sve srednje dnevne vrednosti i zbir podeli sa brojem dana u mesecu. Srednje mesečne vrednosti se obično izračunavaju sa dve decimale.

Srednja godišnja vrednost vazdušnog pritiska se izračunava sabiranjem svih srednjih mesečnih vrednosti i deljenjem zbira sa 12. I ova se vrednost izračunava sa dve decimale.

Iz dugogodišnjih nizova osmatranja mogu se odrediti dugogodišnje vrednosti vazdušnog pritiska za: dane, pentade, dekade, mesece, godišnja doba i godine, na isti način kao što je bilo reči kod temperature.

b) *Izobarske karte.* — Izobarske karte u koje se unose podaci srednjeg vazdušnog pritiska imaju izvestan značaj. Pri izradi izobarskih karata vazdušni pritisak treba prethodno reducirati, sem na 0,0° temperature i normalnu zemljinu težu još i na morski nivo, pa ga onda uneti u karte. Takve karte pružaju opšte crte cirkulacije vazdušnih masa u donjim slojevima atmosfere. U ovakvim kartama se može naći objašnjenje o uzroku preovlađivanja pojedinih vetrova u izvesnim godišnjim dobima i u izvesnim oblastima. U vezi s tim ove karte daju objašnjenje i o nekim crtama termičkog karaktera itd. Iz tih razloga izobarske karte treba obraditi samo za veću teritoriju.

65. OBRADA VLAŽNOSTI VAZDUHA

Na meteorološkim stanicama se određuju *napon* odnosno *pritisak vodene pare* (e) u mb i *relativna vlažnost* (U) u procentima. Određivanje ovih veličina vrši se na najvećem broju stanica u 7, 14 i 21 čas.

a) ***Pritisak vodene pare u mb.*** — *Srednje dnevne vrednosti pritiska vodene pare* (e) izračunavaju se po formuli:

$$e = \frac{e_7 + e_{14} + e_{21}}{3},$$

u kojoj su: e_7, e_{14} i e_{21} — pritisci vodene pare u 7, 14 i 21 čas. Pritisak vodene pare određuje se sa tačnošću jedne decimale, a tako se uzima i u srednjoj dnevnoj vrednosti.

Srednje mesečne i srednje godišnje vrednosti se izračunavaju na isti način kao i temperature. To isto važi i za srednje dugogodišnje vrednosti bilo dnevne, pentadne, dekadne, mesečne ili godišnje.

Preporučuje se, da se pritisak vodene pare obrađuje odvojeno za pojedine časove osmatranja, tj. odvojeno za 7 časova, zatim za 14 časova i za 21 čas. Ovo se radi sabiranjem svih vrednosti npr. u 7 časova u toku jednog meseca i deljenjem zbira sa brojem dana u mesecu. Ovako obrađene vrednosti pritiska vodene pare imaju veće primene u praksi, ako je potrebno da se ovi podaci imaju na raspolaganju za razno doba dana.

Interpolacija i redukcija pritiska vodene pare na isti broj godina vrši se u svemu kao i temperature vazduha.

b) ***Relativna vlažnost vazduha u %.*** — ***Srednje dnevne, mesečne i godišnje vrednosti relativne vlažnosti*** izračunavaju se na isti način kao i pritiska vodene pare. Isto tako se izračunavaju i srednje dugogodišnje vrednosti. Tako se za sada radi u našim meteorološkim ustanovama. Međutim, pošto relativna vlažnost podleže prilično velikim dnevnim promenama, naročito u toku leta, to se preporučuje, da se pri izračunavanju srednjih mesečnih vrednosti uzimaju u obzir posebno vrednosti u 7 časova, posebno u 14 i posebno u 21 čas. I ovo se izračunava kao i kod napona vodene pare. Ali kako se relativna vlažnost u 21 čas ne razlikuje mnogo od relativne vlažnosti u 7 časova, to se može zadovoljiti i sa određivanjem srednjih mesečnih vrednosti samo za 7 i 14 časova.

Za karakteristiku vlažnosti vazduha uzima se u obzir još i broj dana sa relativnom vlažnošću vazduha $\leq 30\%$ u jednom od termina osmatranja, kao i broj dana sa relativnom vlažnošću vazduha $\geq 80\%$ u 14 časova. Međutim, u zavisnosti od klimatskih osobenosti pojedinih oblasti moguće je uzeti i druge granice relativne vlažnosti za razne praktične potrebe.

Ako u nekim danima ili mesecima nedostaju vrednosti pritiska vodene pare ili relativne vlažnosti, onda se one izračunavaju interpolacijom ili redukcijom na isti period godina, na isti način kao što se radi i kod temperature vazduha.

Grafički prikaz pritiska vodene pare i relativne vlažnosti vrši se na isti način kao i temperature vazduha (slika 51), samo što se po ordinati uzimaju vrednosti pritiska vodene pare u mm ili relativne vlažnosti u %, a po apscisi vremenske jedinice: dani, pentade, dekade ili meseci. Na taj način se dobije godišnji tok pritiska vodene pare ili relativne vlažnosti.

Mogu se još izraditi i pregledne karte sa izolinijama, koje će predstavljati regionalnu raspodelu pritiska vodene pare ili relativne vlažnosti u nekoj oblasti (vidi član 12.1 pod c).

66. OBRADA ISPARAVANJA

Isparavanje se izražava u milimetrima, tj. u debljini sloja vode koji ispari u toku jednog dana. Dnevne sume isparavanja u mm dobiju se neposrednim čitanjem na evaporimetru ili nekom drugom instrumentu za ove svrhe.

Mesečne sume isparavanja se dobiju kad se saberu sve dnevne sume isparene vode. Godišnje vrednosti isparavanja dobiju se sabiranjem mesečnih suma isparavanja.

Mesečne sume isparavanja ne treba deliti brojem dana u mesecu, a takođe i godišnje sume ne treba deliti sa 12.

Prosečne dugogodišnje mesečne vrednosti dobijaju se kada se saberu mesečne sume za isti mesec, a za duži niz godina, i taj zbir podeli brojem godina osmatranja.

Ako u nekim danima ili mesecima nedostaju vrednosti isparavanja, onda se one dobijaju interpolacijom ili redukcijom na isti period godina, na isti način kao što je rečeno za temperaturu vazduha (čl. 62.3).

Grafički prikaz isparavanja vrši se obično u obliku histograma kao što je rečeno za čestine srednjih dnevnih temperatura (slike 52 i 53), samo što se po ordinati uzima isparavanje u mm a po apscisi vremenske jedinice: dani, pentade, dekade ili meseci (najčešće). Tako se dobije grafikon koji predstavlja godišnji tok isparavanja.

Za izvesne potrebe mogu se izraditi i pregledne karte sa izolinijama, na kojima se vidi regionalna raspodela isparavanja u nekoj oblasti.

67. OBRADA OBLAČNOSTI

Oblačnost se takođe osmatra na najvećem broju meteoroloških stanica u 7, 14 i 21 čas po lokalnom vremenu.

Srednja dnevna oblačnost se izračunava kada se saberu vrednosti oblačnosti od tri terminska osmatranja i zbir podeli sa 3.

Srednja mesečna oblačnost se dobije kada se saberu sve srednje dnevne i zbir podeli sa brojem dana dotičnog meseca. Ali kako oblačnost ima prilično veliko dnevno kolebanje to se preporučuje, da se srednje mesečne vrednosti izračunavaju posebno za pojedine termine osmatranja, tj. posebno za 7, za 14 i za 21 čas osmatranja. Ovo se radi sabiranjem svih vrednosti npr. u 7 časova u toku jednog meseca i deljenjem zbira sa brojem dana u mesecu (ne sa brojem sabiraka). Na isti se način izračunavaju srednje mesečne vrednosti oblačnosti za 14 i 21 čas.

Srednja godišnja oblačnost se dobije kada se saberu sve srednje mesečne vrednosti dotične godine i zbir podeli sa 12.

Srednje dugogodišnje vrednosti oblačnosti se dobiju kada se saberu srednje mesečne vrednosti istog meseca za duži niz godina osmatranja i zbir podeli brojem godina.

Ako u nekim danima ili mesecima nedostaju podaci oblačnosti onda se oni izračunavaju računskim putem interpolacijom ili redukcijom na isti period godina. Ovo se radi na isti način kao i kod temperature vazduha.

Grafički prikaz oblačnosti vrši se u koordinatnom sistemu u kome se po ordinati uzimaju desetine ili procenti oblačnosti, a po apscisi jedinice vremena: dani, pentade, dekade ili meseci (najčešće).

Regionalna raspodela oblačnosti može se videti ako se izrade pregledne karte sa izolinijama (izonefama) za izvesnu oblast.

Sem brojnih vrednosti, koje izražavaju srednju dnevnu, mesečnu ili godišnju oblačnost, kod ovog klimatskog elementa uvode se još i sledeći pojmovi: *srednji broj vedrih dana, srednji broj oblačnih dana* i *srednji broj mutnih (tmurnih) dana* u svakom mesecu. Ovi brojevi predstavljaju i čestine vedrih, oblačnih i mutnih dana.

Kao vedri dani smatraju se oni u kojima je srednja dnevna oblačnost od 0 do 1,9 desetine; kao oblačni ako je srednja dnevna oblačnost od 2 do 8 desetina, i kao mutni ako je srednja dnevna oblačnost veća od 8 desetina.

Određivanje stabilnosti vedrog i mutnog vremena. — Upoređivanjem čestine pojedinih terminskih osmatranja kada je oblačnost bila < 2

desetine sa brojem vedrih dana, a takođe upoređivanjem i čestine terminskih osmatranja kada je oblačnost bila > 8 desetina sa brojem mutnih dana, dobija se tzv. *koeficijent stabilnosti vedrog ili mutnog vremena* za izvestan period osmatranja. Za određivanje koeficijenta stabilnosti vedrog vremena (K) koristi se odnos između čestine oblačnosti < 2 desetine (n) i čestine vedrih dana (N) uzetih oboje u procentima za isti period osmatranja. Prema tome, koeficijent stabilnosti vedrog vremena (K) biće:

$$K = \frac{n}{N} .$$

Ako slučajevi vedrog neba nisu bili sistematski osmotreni uzastopno u svim terminskim osmatranjima, nego samo u pojedinim časovima terminskih osmatranja u toku više dana, to će broj vedrih dana (N) u ovom vremenu biti ili vrlo mali ili ga uopšte neće ni biti; u stvari on će biti mnogo manji od broja slučajeva osmotrenog vedrog vremena (n) u dotičnom mesecu. Zato će odnos $\frac{n}{N}$ biti mnogo veći od jedinice. Međutim, ako su slučajevi vedrog neba sistematski grupisani jedan za drugim u svim terminskim osmatranjima to će odnos $\frac{n}{N}$ biti blizak jedinici, a to je karakteristika stabilnosti vedrog vremena.

Primer: U mesecu septembru 1940. godine u Nišu je osmotrena, pri terminskim osmatranjima, 53-puta oblačnost < 2 desetine, što u procentima od ukupnog broja osmatranja (u ovom mesecu 90) iznosi 59%. Broj vedrih dana, tj. dana sa srednjom dnevnom oblačnošću < 2 desetine u ovom mesecu bio je 17, što u procentima od ukupnog broja dana, tj. od 30, iznosi 57%. Prema tome, u ovom konkretnom slučaju je n=59%, a N=57%, a koeficijent stabilnosti vedrog vremena je:

$$K = \frac{59}{57} = 1{,}03 ,$$

tj. skoro ravan jedinici. To znači da je u ovom mesecu *vedro vreme bilo stabilno.*

Međutim, iste godine u julu pri terminskim osmatranjima je bila 48-puta oblačnost < 2 desetine, odnosno n=52%. Broj vedrih dana bio je 10, odnosno N=32%. Koeficijent stabilnosti (K) iznosio je:

$$K = \frac{52}{32} = 1{,}62$$

pa je prema tome vedro vreme bilo manje stabilno (K-veće od jedinice) nego u septembru i ako su brojevi vedrih slučajeva (53 i 48) približno isti.

Na analogan način dobije se odnos:

$$K_1 = \frac{n_1}{N_1} ,$$

gde je n_1 — čestina oblačnosti > 8 desetina, a N_1 — čestina mutnih dana u procentima. Što je K_1 bliže jedinici to je stabilnost mutnog vremena veća, a što je K_1 veće od jedinice to je mutno vreme nestabilnije.

U tablici 79. prikazane su prosečne vrednosti koeficijenta stabilnosti vedrog i mutnog vremena u Vojvodini (82). Ove prosečne vrednosti dobijene su iz osmatračkog materijala za 13 meteoroloških stanica.

Tablica 79. Koeficijenti stabilnosti vedrog (K) i mutnog (K_1) vremena u Vojvodini za period 1949—1955. godine

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
K	2,7	2,4	1,7	1,8	2,1	2,2	1,4	1,3	1,4	1,4	1,9	1,8
K_1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,2	2,3	2,2	2,3	1,6	1,4	1,3

Kao što se iz tablice 79. vidi najstabilnije vedro vreme je u avgustu a najlabilnije u januaru. Isto tako je vedro vreme dosta stabilno u julu i septembru, pa čak i u oktobru. To znači, da u ovim mesecima postoje duži periodi uzastopnog vedrog vremena, koji u letnjim mesecima prouzrokuju sušu, a u jesenjim su pogodni za dozrevanje plodova i obavljanja jesenje setve.

Najveći stabilitet mutnog vremena je u Vojvodini u decembru i januaru, a najmanji od juna do septembra. U novembru i februaru je stabilitet mutnog vremena takođe izrazit.

68. OBRADA PADAVINA

Kakva god bila priroda padavina (kiša, sneg, grad itd.) one se mere podjednako, tj. kao visina vode u milimetrima (sa jednom decimalom) koja je od padavina nastala. Pri ovome se pretpostavlja da je voda od padavina ravnomerno raspoređena na ravnom zemljištu.

Izmereni podaci visine padavina se izražavaju drugačije nego kod ostalih meteoroloških elemenata. Kod visine padavina se uzimaju u obzir *sume padavina* u pojedinim vremenskim jedinicama: dan, pentada, dekada, mesec, godišnje doba, vegetacioni period, godina itd., a ne srednje vrednosti kao kod drugih meteoroloških elemenata. Međutim, ako se imaju na raspolaganju podaci padavina za duži niz godina, onda se izračunavaju *prosečne sume visine padavina* za napred iznete vremenske jedinice, i tako se dobiju visine padavina kao klimatološki elemenat.

Ako se padavine prikazuju u srednjim mesečnim sumama, onda se ove sume ne mogu među sobom upoređivati jer razni meseci imaju razne dužine. Ne može se npr. upoređivati visina padavina u februaru (28 dana) sa visinom padavina u martu (31 dan), jer se može desiti da baš 29, 30. i 31. marta padnu znatne količine padavina, koje preinače odnos padavina u ova dva meseca. Iz tih razloga vrši se redukcija visine padavina na iste dužine vremenskih jedinica. Postoje razni metodi za ovu redukciju, a ovde će se navesti samo dva metoda.

1. Rénou reducira mesece na iste dužine na taj način što godinu (365 dana i 6 časova) deli sa 12 i dobija srednju dužinu meseca od 30,44 dana (365,25:12=30,44). Na ovu dužinu meseca preračunava on visinu padavina pojedinih meseci prostim pravilom trojnim.

2. Meyer uzima srednju dužinu meseca od 30 dana pa prema tome srednju vrednost padavina u februaru množi sa 1,06, dok srednju vrednost visine padavina u mesecima sa 31 danom množi sa 0,97.[1])

---

[1]) Srednja dužina februara je: (3×28+29):4=28,25. Odavde je 30:28,25=1,06. Za mesece sa 31 danom je 30:31=0,97.

Kao godišnja suma uvek se uzima nereducirana suma svih meseci, tj. onako kako je mereno i zabeleženo. Ipak iz praktičnih razloga, zbog lakšeg proračunavanja i zbog bolje upotrebljivosti više je za preporuku, da se mesečne sume uvek pretvore u procente od godišnje visine padavina. Jer ako se u izvesnom većem predelu pokazuju velike razlike u godišnjim visinama padavina, većinom je godišnja procentualna podela skoro ista. Prema ovim raznim metodima određene su srednje vrednosti padavina u Kragujevcu za period 1896—1905. godine i prikazane u tablici 80.

Reducirana visina padavina po Meyeru ne daje tačnu godišnju vrednost, koliko je bilo stvarno izmerenih padavina.

Tablica 80. Odnosi padavina u Kragujevcu za period 1896—1906. godine

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Srednja visina padavina u mm stvarno izmerena	33	42	26	49	85	87	52	58	40	68	44	47	631
Reducirana visina padavina po *Rénouu*	32,4	45,2	25,5	49,7	83,5	88,3	51,1	56,9	40,6	66,8	44,7	46,1	631,0
Reducirana visina padavina po *Meyeru*	32,0	44,5	25,2	49,0	82,5	87,0	50,4	56,3	40,0	66,0	44,0	45,6	622,5
Visina padavina u % godišnje sume	5,2	6,7	4,1	7,8	13,5	13,8	8,2	9,2	6,3	10,8	7,0	7,4	100%

Odnosi padavina mogu se predstaviti kao: *sume padavina u pojedinim vremenskim jedinicama; srednji dnevni maksimum padavina; apsolutni dnevni maksimum padavina; broj dana sa pojedinim visinama padavina; broj dana sa pojedinim oblicima padavina; dužina trajanja pojedinih padavina.* Sem ovih veličina kod padavina se pojavljuju i neki drugi izrazi koji će se u daljim izlaganjima izneti.

68.1 SUME PADAVINA U POJEDINIM VREMENSKIM JEDINICAMA

a) *Dnevna visina padavina.* — Ove vrednosti se dobijaju kada se uzme ukupna visina padavina koja je pala u toku dana bez obzira da li su padavine padale u prekidima ili bez prekida u toku celog dana ili u toku nekoliko časova odnosno minuta.

Za potrebe klimatologije mogu se dnevne visine padavina izračunati za duži niz godina na taj način što se za isti dan u godini npr. 1. januar saberu sve dnevne visine padavina i zbir podeli sa brojem godina (ne sa brojem sabiraka). Ovako dobivene vrednosti su veoma korisne u praksi a naročito u poljoprivredi.

b) *Mesečne i godišnje sume padavina.* — **Ove veličine se najviše** iskorišćavaju u nauci i praksi. Mesečne i godišnje visine padavina predstavljaju ukupnu visinu vode od kiše i istopljenog snega u pojedinim mesecima ili godini.

Dugogodišnje prosečne mesečne visine **padavina se dobiju kada se** sve mesečne sume za jedan isti mesec saberu za ceo niz godina, i taj zbir podeli sa brojem godina. Prosečna godišnja suma padavina se dobije kada se saberu godišnje sume za čitav niz godina pa se zbir podeli sa brojem godina.

Za rešavanje poljoprivrednih problema korisno je da se imaju na raspolaganju prosečne visine padavina za pojedine pentade ili dekade, zatim za svaka dva meseca, npr: mart-april, maj-jun, jul-avgust, septembar-oktobar. Sem toga, potrebno je izračunati visinu padavina za vegetacioni period neke biljke, kao i za period mirovanja.

Ovde se mogu uzeti u obzir još i sledeći izrazi:

Apsolutno mesečno kolebanje padavina, koje predstavlja razliku između maksimalne i minimalne sume padavina za jedan isti mesec u nekom nizu godina osmatranja.

Godišnje kolebanje padavina, koje predstavlja razliku između mesečne sume padavina najvlažnijeg meseca i mesečne sume padavina najsuvljeg meseca. Za Kragujevac, prema podacima iz tablice 80, ta razlika je 87 mm (jun) manje 26 mm (mart) ravno 61 mm.

Relativno godišnje kolebanje padavina (R) izračunava se po sledećoj formuli:

$$R = \frac{H_x - H_n}{H} \cdot 100\% \quad ,$$

u kojoj su: H_x — visina padavina najvlažnijeg meseca, H_n — visina padavina najsuvljeg meseca i H — godišnja visina padavina. Veličina R izražava se u procentima. Za Kragujevac, prema podacima iz tablice 80, biće:

$$R = \frac{87 - 26}{631} \cdot 100 = 9{,}6\% \quad ,$$

Ukoliko je relativno godišnje kolebanje padavina manje utoliko su padavine u toku godine ravnomernije raspoređene i obratno.

c) *Srednji dnevni maksimum visine padavina.* — Ova veličina određuje se iz podataka za duži niz godina na sledeći način:

— Izdvoje se maksimalne dnevne visine padavina za jedan isti mesec a za čitav niz godina osmatranja. Pored brojnih vrednosti dnevnih maksimalnih visina padavina stavi se i datum, tako da se ima pregled i koga je dana u dotičnom mesecu i dotičnoj godini palo najviše padavina. Kada se sve dnevne maksimalne vrednosti saberu za jedan isti mesec a za čitav niz godina, pa se zbir podeli brojem osmatranja, dobiće se srednji dnevni maksimum padavina.

d) *Apsolutni dnevni maksimum padavina.* — Ova veličina padavina se dobije, kada se za jedan isti mesec a za čitav niz godina osmatranja izdvoji najveća dnevna visina padavina.

e) *Broj dana sa pojedinim visinama padavina iz oblaka.* — Kao dan sa padavinama smatra se svaki dan u kome padne najmanje 0,1 mm padavina.

Srednji broj dana sa padavinama izračunava se iz dugogodišnjih meteoroloških osmatranja i ima velikog praktičnog značaja u klimatolo-

giji. Jer, pored visine padavina, npr. u nekom mesecu važno je znati i na koliko su dana ove padavine raspoređene. Pri ovome se izdvajaju dani sa raznim visinama padavina. Obično se uzimaju dani sa: $\geq$ 0,1 mm (opšti broj dana sa padavinama), $\geq$ 0,5 mm, $\geq$ 1,0 mm, $\geq$ 2,0 mm, $\geq$ 5,0 mm, $\geq$ 10,0 mm, $\geq$ 20,0 mm i $\geq$ 30,0 mm. Izbor ovih granica je proizvoljan, ali postoje preporuke Svetske meteorološke organizacije koje granice treba uzimati za potrebe klimatologije.

Ova podela ima naročitog značaja za poljoprivredu, a takođe i za hidrotehničke radove. Jer, može se desiti izraziti sušni period i pored dosta velike visine padavina, ako su padavine pale u toku jednoga dana u mesecu ili u manjem broju dana, pri inače visokim temperaturama.

Wollny u svojim istraživanjima naglašava da su za vlažnost zemlje povoljnije jače i ređe padavine nego češće i slabije, koje brzo ispare. Međutim, Hann smatra da su česte i slabe padavine ipak korisne za poljoprivredu, iz razloga što se takve kiše obično proširе na dosta veliki prostor. Ovakve kiše održavaju onda jednu konstantnu visinu vlažnosti vazduha, zatim vezane su za oblačne dane usled čega je zemlja zaštićena od isparavanja. Nasuprot njima, jake i kratke kiše kada padnu na suvu zemlju najvećim delom oteknu sa zemljine površine i zemlja uskoro postane suva pod dejstvom sunčevog zračenja.

Pitanje je koje se kiše smatraju *slabe* a koje *jake*. Hoppe za intenzitet kiše postavlja ovakve granice: slaba kiša je sa visinom padavina do 1 mm na dan, umerena kiša od 1,1 do 5,0 mm, jaka kiša od 5,1 do 10,0 mm i vrlo jaka preko 10,0 mm na dan.

Određivati ovako srednji broj dana sa određenim visinama padavina znači naći čestinu kišnih dana sa tim određenim visinama padavina.

f) *Verovatnoća padavina.* — Verovatnoća padavina se dobija kada se srednji broj dana sa padavinama (z) u mesecu ili nekom drugom vremenskom periodu podeli ukupnim brojem dana (m) istog meseca odnosno perioda, tj.:

$$z : m.$$

Ovi brojevi imaju praktičan značaj, jer neposredno upućuju na promene u godišnjem režimu vlažnosti, što je naročito važno za poljoprivredna pitanja. Na primer: srednji broj padavinskih dana u junu u Vršcu za period 1925—1940. godine iznosi 12,4. Prema tome, verovatnoća kiše biće: 12,4:31 = 0,4. To znači da se u mesecu junu može u Vršcu očekivati, da će na svakih 10 dana biti 4 dana sa kišom.

Iznećemo podatke o verovatnoći kiše odnosno broju padavinskih dana u nekim mestima van naše zemlje:

U Beču u julu verovatnoća kiše je 0,45, u septembru 0,35

U Berlinu u decembru verovatnoća padavina je 0,52, u maju 0,4, u septembru 0,4.

U Rimu verovatnoća kiše je u julu samo 0,07, a u novembru 0,37.

g) *Apsolutna verovatnoća padavina.* — Apsolutna verovatnoća padavina se dobije kada se broj časova sa padavinama u mesecu podeli brojem ukupnih časova toga meseca. Tako na primer: srednji broj kišnih časova u Berlinu u januaru i februaru iznosi 148; kada se ovaj broj podeli sa (31 + 28) 24 dobiće se kao apsolutna verovatnoća padavina 0,103. To znači na 1000 časova u Berlinu može se očekivati 103 časa sa padavinama.

Broj časova sa padavinama dobija se kada se imaju na raspolaganju aparati za registraciju padavina (ombrografi odnosno pluviografi). Ali moramo ovde naglasiti, da pod brojem časova ne treba ovde razumeti takve časove u kojima je npr. kiša celoga časa padala, već časove u kojima je kiša padala makar i nekoliko minuta ali je pala u merljivoj količini (0,1 mm).

Za one stanice gde nema registrirnih kišomera može se apsolutna verovatnoća padavina odrediti prema jednoj Köppenovoj metodi na sledeći način:

Uzme se srednji broj (r), koji označava koliko su puta zabeležene padavine kao pojava u momentima terminskih osmatranja u 7, 14 i 21 čas. Ovaj broj se podeli sa celokupnim brojem osmatranja (n), koja su vršena u 7, 14 i 21 čas, za isti vremenski interval za koji se računa i (r). Dakle:

$$r : n .$$

Na primer: u Koviljači za mesec juni za period 1925—1940. godine srednji broj slučajeva kiše u času osmatranja iznosi 9. Kako je u junu ukupan broj osmatranja 30×3 = 90, to je apsolutna verovatnoća kiše 9:90 = 0,10. Dakle, u junu se može u Koviljači očekivati na svakih 100 sati 10 sati sa kišom.

Köppen je ovu metodu uveo na osnovi upoređivanja sa registrirnim merenjima. Tako npr. u Berlinu je za period 1888—1896. godine zabeleženo u srednjem godišnjem iznosu u času osmatranja 131 put sa kišom (r = 131). Kako u godini ima 365×3 = 1095 osmatranja (n = 1095) to je apsolutna verovatnoća padavina 131:1095 = 0,12. Znači, na 100 časova može se očekivati 12 časova sa padavinama. Prema registrirnim podacima za isti period dobivena je apsolutna verovatnoća 0,094. Kada se uzme u obzir da registrirni kišomeri ne registruju slabe padavina, to se onda ova Köppenova metoda može smatrati kao tačnija.

Između obične verovatnoće i apsolutne verovatnoće padavina po Köppenovoj metodi postoji ta razlika, što se kod verovatnoće padavina uzima kao dan sa padavinama onaj kod koga je za vreme celoga dana padala makar samo jedanput kiša u visini 0,1 mm. Isto tako će se smatrati i jedan dan sa padavinama, kod koga je više puta u toku 24 časa padala neka padavina. Međutim, kod apsolutne verovatnoće uzima se pod (r) samo ako je padavina bilo u času osmatranja. Tako se može desiti da je jednog dana padala kiša više puta ali ne u 7, 14 i 21 čas. I onda se takav slučaj ne računa pod (r) ali se računa pod (z).

h) *Verovatnoća ukupnog trajanja padavina.* — Ova se vrednost dobija kada se apsolutna verovatnoća padavina (r:n) pomnoži ukupnim brojem časova (N) za taj interval, tj.:

$$(r : n)\,N \quad \text{ili} \quad \frac{r}{n} \cdot N .$$

Ova se metoda izračunavanja primenjuje gde se apsolutna verovatnoća padavina izračunava po Köppenovoj metodi. Na primer: ako se uzme slučaj za Berlin gde je r:n = 0,12 za godinu dana. A kako godina ima 365×24 = 8760 časova, to je verovatnoća ukupnog trajanja padavina u godini:

$$8760 \times 0{,}12 = 1051 \text{ čas.}$$

Ako se ima registrirni kišomer, onda je i (n) izraženo u ukupnom trajanju u časovima dotičnog intervala, pa je n = N, što se u gornjoj formuli skraćuje i ostaje samo (r) koje predstavlja verovatnoću ukupnog tra-

janja padavina u časovima, bilo u godini, mesecu ili nekom drugom intervalu.

i) *Prosečno trajanje padavina u časovima na jedan dan.* — Ova se veličina dobija kada se verovatnoća ukupnog trajanja padavina podeli brojem padavinskih dana (z) za isti period vremena, tj.:

$$\frac{r}{n} \cdot \frac{N}{z} .$$

Na primer: srednji broj dana za Berlin sa padavinama $\geq 0{,}1$ mm za godinu iznosi $z=173$. Napred je izneto da je za Berlin $r=131$ (broj slučajeva padanja padavina u terminskim časovima osmatranja), dok je $n=1095$ (ukupan broj terminskih osmatranja u godini) i najzad $N=8760$ (ukupan broj časova u godini). Prema tome, smenom ovih vrednosti u gornjoj jednačini biće:

$$\frac{131}{1095} \times \frac{8760}{173} = 6{,}0 \text{ časova.}$$

Dakle, prosečno trajanje padavina jeste 6 časova na jedan dan sa padavinama.

Ako se imaju registrirni kišomeri onda se (n) i (N) izražavaju u časovima, te je $n=N$ i gornja se formula svodi na $r:z$, tj. suma časova sa padavinama (r) recimo u mesecu se podeli sa srednjim brojem padavinskih dana.

j) *Intenzitet padavina na jedan padavinski dan.* — Kada se srednja visina padavina (h) nekog meseca podeli sa srednjim brojem padavinskih dana (z), tj.:

$$h : z$$

dobije se izraz za intenzitet padavina. U stvari to je srednja visina padavina na jedan padavinski dan.

Kao vremenski interval može se uzeti jedan mesec a može i neki manji ili veći interval, npr. zima, proleće, leto i jesen; samo se za (h) i (z) moraju uzeti isti intervali.

k) *Intenzitet padavina na jedan padavinski sat.* — Intenzitet padavina na jedan padavinski sat se dobije kada se srednja visina padavina (h) podeli brojem padavinskih časova.

Ova veličina se može odrediti kada se imaju podaci sa registrirnih kišomera ili prema Köppenovoj metodi, kada se visina padavina (h) podeli brojem padavinskih časova (r) za isti period vremena, tj.:

$$h : r$$

Po Köppenovoj metodi može se intenzitet padavina odrediti na sledeći način: Intenzitet padavina na jedan padavinski dan $\left(\frac{h}{z}\right)$ podeli se brojem padavinskih časova na dan $\left(\frac{r}{n} \cdot \frac{N}{z}\right)$. Prema tome, stvarna formula za ovo izgledala bi ovako:

$$\frac{h}{z} : \frac{r}{n} \cdot \frac{N}{z} \text{ ili } \frac{h \cdot n}{r \cdot N} .$$

l) *Relativan pluviometrijski eksces.* — Angot je uveo u klimatologiju dva nova pojma koji daju u raznim mesecima očitu i jasnu predstavu o podeli padavina. Kod ovih pojmova se proračunava odnos u kome stoji stvarna podela padavina prema idealnoj, ravnomernoj podeli. Srednje

stvarne mesečne visine padavina se izraze u ‰ (promilima) od godišnje visine padavina pa se ove vrednosti upoređuju sa onima koje bi svaki mesec, s obzirom na njegovu dužinu, imao kad bi padavine bile u toku cele godine podjednako raspoređene. Pri ravnomernoj raspodeli padavina na mesece sa 31 danom dolazi 85‰, na mesece sa 30 dana po 82‰ a na februar 77‰.

Jedan od ovih pojmova koje je Angot uveo, jeste *relativan pluviometrijski eksces.* On predstavlja razliku između stvarne visine padavina u ‰ i podjednako raspodeljene visine padavina takođe u ‰.

Kao primer uzećemo podatke padavina za Kragujevac za period 1896—1905. godine. Takve vrednosti iznete su u tablici 81.

Tablica 81. Relativan pluviometrijski eksces u Kragujevcu za period 1896—1905.

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Stvarna visina padavina u mm	33	42	26	49	85	87	52	58	40	68	44	47	631 mm
Stvarna visina padavina u ‰	52	67	41	78	135	138	82	92	63	108	70	74	1000 ‰
Ravnomerna podela padavina u ‰	85	77	85	82	85	82	85	85	82	85	82	85	1000 ‰
Relativan eksces	−33	−10	−44	−4	50	56	−3	7	−19	23	−12	−11	

Meseci sa pozitivnim ekscesom su vlažni a meseci sa negativnim ekscesom su suvi. U tablici 81. vlažni su meseci: V, VI, VIII i X, dok su ostali suvi.

m) *Pluviometrijski koeficijent.* — Prema Angotu pluviometrijski koeficijent predstvlja odnos izmedju stvarne visine padavina u ‰ i ravnomerne raspodele padavina u ‰. Ako se uzmu podaci Kragujevca iz tablice 81. i podele vrednosti stvarne visine padavina sa vrednostima ravnomerne raspodele padavina dobiće se pluviometrijski koeficijent, koji je predstavljen u tablici 82.

Tablica 82. Pluviometrijski koeficijent u Kragujevcu za period 1896—1905. godine

Meseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Pluviometrijski koeficijent	0,61	0,87	0,48	0,95	1,59	1,68	0,97	1,08	0,77	1,27	0,85	0,87

Meseci koji imaju pluviometrijski koeficijent veći od 1 su vlažni dok meseci koji imaju koeficijent manji od 1 su suvi. Pluviometrijski koeficijent daje jasnu sliku o raspodeli padavina. Jer, npr. 0,50 znači da je u određenom mesecu pala samo polovina od one visine padavina koju bi taj mesec pri ravnomernoj raspodeli imao.

68.2 REDUKCIJA VISINE PADAVINA NA ISTI BROJ GODINA

Kada se izračunavaju dugogodišnje srednje vrednosti visine padavina, potrebno je da se na homogenost podataka obrati još veća pažnja nego na druge klimatske elemente. Jer usled velike promenljivosti visine padavina u pojedinim godinama, mogu se u predelima vrlo sličnog klimata neposredno upoređivati samo one visine padavina, koje su proračunate za isti period godina osmatranja.

Ako na pojedinim stanicama nedostaju podaci merenja padavina za neki mesec ili čitavu godinu, onda se podaci sa te stanice moraju reducirati na duži period osmatranja prema obližnjim stanicama koje imaju dovoljno dugačke periode osmatranja padavina. Ova redukcija se vrši na sličan način kao i redukcija srednjih mesečnih temperatura vazduha, samo što se umesto temperaturskih razlika kod padavina uzimaju u obzir količnici.

Da bi ovo bilo jasnije obradiće se jedan konkretan primer, i to reduciraće se podaci padavina u Leskovcu na period osmatranja padavina u Nišu. Podaci padavina za Niš prikazani su u tablici 83. a podaci padavina u Leskovcu prikazani su u tablici 84.

Podaci padavina Leskovca iz tablice 84. mogu se reducirati na period padavina od 16 godina prema podacima padavina za Niš iz tablice 83. Prvo treba sabrati padavine Niša odvojeno za svaki mesec za sve godine i podeliti sa 16. Na taj način dobiće se srednje visine padavina za 16 godina u Nišu (H_n) za svaki mesec. Zatim treba iz tablice 83. za Niš izbaciti (precrtati) vrednosti padavina za one mesece za koje nedostaju podaci padavina u Leskovcu. Ostale podatke padavina u tablici 83. treba vertikalno sabrati i podeliti sa brojem sabiraka. Tako se dobiju srednje vrednosti visine pdavina (H_2) za Niš za iste mesece i godine za koje postoje merenja u Leskovcu. Posle toga se izvrši deljenje H_n:H_2 i nađu se količnici. U tablici 83. prikazani su ti količnici.

Te količnike iz tablice 83. treba pomnožiti sa srednjim vrednostima visine padavina (H_1) za Leskovac iz tablice 84. Na taj način će se dobiti za Leskovac srednje visine padavina (H'_n) reducirane na period od 16 godina prema podacima Niša, takođe za 16 godina.

Ova redukcija se može još sprovesti i na drugi način, a to je: da se pomoću vrednosti padavina u Nišu odrede vrednosti visine padavina za pojedine nedostajuće mesece Leskovca, i da se ove zatim upišu u tablicu za Leskovac na prazna mesta. Npr. u tablici 84. nedostaju visine padavina za januar 1930. godine. Međutim, za ovaj isti mesec i godinu visina padavina u Nišu bila je 21,2 mm. Sada treba postaviti proporciju:

$H_2:H_1 = 21{,}2:x$. Smenom vrednosti iz tablice 83. i 84. biće:

$$41{,}1 : 36{,}8 = 21{,}2 : x \text{ ili } x = \frac{36{,}8 \cdot 21{,}2}{41{,}1} = 19{,}0$$

Dakle, 19,0 mm biće izračunata visina padavina za januar 1930. god. u Leskovcu. Na ovaj način mogu se izračunati visine padavina i za sve ostale mesece za koje nedostaju podaci u tablici 84. Dobivene vrednosti se upišu na odgovarajuća mesta u tablici 84, zatim saberu i podele sa 16.

Grafičko predstavljanje padavina. — Visine padavina se mogu grafički predstaviti na razne načine, što zavisi od toga zašto se podaci iskorišćavaju. U najviše slučajeva grafički se prikazuju godišnji tokovi visine padavina, i to pomoću histograma kao što je rečeno kod slika 52. i 53. Samo se kod padavina po ordinati uzimaju visine padavina u mm, a po apscisi vremenske jedinice: dani, pentade, dekade, meseci (najčešće) itd.

Tablica 83. Visina padavina u Nišu za period 1925—1940. godine u mm

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
1925.	0,0	45,5	32,4	45,3	196,4	87,6	46,1	49,3	13,0	31,5	53,9	102,5	703,5
1926.	42,3	19,6	41,3	12,6	90,8	111,4	56,0	31,9	6,9	18,5	0,0	39,5	470,8
1927.	68,8	17,3	20,1	18,7	37,4	24,7	17,9	87,5	28,6	186,6	21,1	76,7	605,4
1928.	28,5	40,7	24,0	57,2	114,8	58,8	3,2	9,1	16,6	37,3	107,3	26,4	523,9
1929.	59,0	11,8	16,2	93,5	48,7	38,9	10,5	95,5	11,5	54,9	47,4	21,7	509,6
1930.	21,2	25,5	26,6	44,9	53,5	146,3	25,5	52,4	13,0	55,6	12,6	42,8	519,9
1931.	59,7	11,9	65,6	50,9	55,5	47,6	15,4	11,3	63,5	53,6	23,3	30,5	488,8
1932.	21,2	17,0	75,8	72,4	35,3	26,5	81,5	14,5	16,1	42,6	29,1	21,4	453,4
1933.	40,2	32,2	11,1	79,5	117,5	78,6	31,5	10,0	22,4	71,5	48,2	70,1	612,8
1934.	22,3	15,3	7,4	7,4	23,5	66,4	85,3	12,3	58,1	68,2	49,0	12,9	538,1
1935.	46,1	47,7	27,3	79,1	32,9	31,0	7,3	4,7	15,5	70,0	34,6	159,1	555,3
1936.	47,0	56,9	27,0	55,5	84,9	88,7	12,0	40,0	30,2	118,8	42,6	3,4	607,0
1937.	37,6	64,8	38,8	109,9	138,8	53,0	91,3	71,3	41,6	94,8	82,1	69,0	893,0
1938.	57,5	28,1	24,3	33,0	76,4	14,1	21,7	33,4	25,3	43,3	46,7	67,1	470,9
1939.	16,3	15,4	17,8	26,3	57,6	31,8	14,9	54,3	52,1	119,4	51,2	56,6	573,7
1940.	29,4	50,5	32,6	19,0	69,2	180,5	50,1	52,7	15,8	28,3	52,4	42,8	623,3
Σ	597,1	500,2	548,3	805,2	1233,2	1085,9	570,2	740,2	430,2	1094,9	701,5	842,5	9149,4
H_n	37,3	31,3	34,3	50,3	77,1	67,9	35,6	46,3	26,9	68,4	43,8	52,6	571,8
H_2	41,1	31,1	35,0	56,1	70,0	66,4	34,7	44,0	29,4	66,1	43,3	47,3	
H_n:H_2	0,91	1,01	0,98	0,90	1,10	1,02	1,03	1,05	0,91	1,03	1,01	1,11	

68.3 SREDNJE ODSTUPANJE ILI SREDNJE ANOMALIJE PADAVINA

Srednje odstupanje padavina računa se na sličan način kao što je rečeno za srednju promenljivost srednjih mesečnih temperatura. Samo se ovde moraju zasebno računati pozitivna, a zasebno negativna odstupanja od srednje vrednosti, jer padavine uvek imaju određenu donju granicu (0 mm), a samo im gornja granica nije određena.

Tablica 84. Visina padavina u Leskovcu za period 1925—1940. godine u mm

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
1925.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1926.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1927.	74,0	11,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1928.	11,7	48,5	16,5	34,0	109,5	61,5	0,0	0,0	27,5	19,0	—	25,1	—
1929.	48,2	18,4	6,0	100,9	43,5	37,6	7,0	82,7	25,9	78,0	34,5	36,6	519,3
1930.	—	45,7	21,2	11,5	69,6	106,0	28,0	30,0	14,6	78,4	16,4	95,4	—
1931.	48,4	11,3	64,4	58,0	67,1	41,5	29,0	36,0	59,5	98,5	24,0	68,0	605,7
1932.	23,0	29,3	82,5	127,2	51,5	16,7	85,8	11,6	44,6	43,5	48,7	19,1	583,5
1933.	43,5	28,3	24,1	105,1	111,4	84,3	35,7	14,9	16,2	50,8	21,8	77,7	613,8
1934.	9,5	10,0	20,0	19,5	32,5	86,5	102,0	63,0	43,3	56,1	47,0	7,0	496,4
1935.	61,9	23,4	60,4	46,9	30,5	35,1	23,7	20,6	12,3	33,5	65,2	133,8	547,3
1936.	3,1	54,2	26,2	56,0	100,1	44,2	22,1	47,0	45,0	99,4	28,5	3,8	529,6
1937.	70,6	94,2	50,6	106,4	83,6	43,8	111,4	51,4	112,5	85,4	77,6	56,5	944,0
1938.	26,0	29,0	51,1	74,0	112,6	40,0	45,6	89,7	18,8	40,9	40,6	89,0	657,3
1939.	24,0	24,5	75,5	27,5	70,5	67,0	14,5	48,4	28,2	155,5	17,0	44,5	597,1
1940.	34,0	21,0	27,0	20,0	71,0	84,5	76,0	29,0	42,0	47,0	41,5	67,0	560,0
Σ	477,9	449,1	525,5	787,0	953,4	748,7	580,8	524,3	490,4	886,0	462,8	723,5	
H_1	36,8	32,1	40,4	60,5	73,3	57,6	44,7	40,3	37,7	68,2	38,6	55,6	585,8
H'_n	33,5	32,4	39,7	54,5	80,7	58,8	46,0	42,4	34,4	70,2	39,0	61,7	593,3

To se proračunavanje vrši na sledeći način:

— Odrede se srednje visine padavina za duži niz godina (po mogućstvu najmanje 20 godina). Za svaku godinu, u istom mesecu, nađu se razlike padavina između stvarne visine padavina i srednje izračunate visine padavina, recimo za 20 godina. Te razlike biće u nekoj godini sa pozitivnim predznakom, a u nekoj sa negativnim.

— Saberu se odvojeno razlike sa pozitivnim predznakom i podele brojem sabiraka, a takođe se saberu odvojeno sve razlike sa negativnim predznakom i podele brojem sabiraka. Tako se dobije srednje odstupanje padavina sa pozitivnim predznakom i srednje odstupanje sa negativnim predznakom.

Kada se srednje odstupanje sa pozitivnim predznakom doda srednjoj normalnoj vrednosti padavina dotičnog meseca dobija se *srednja gornja granica padavina.* A kada se srednje odstupanje sa negativnim predznakom oduzme od srednje normalne vrednosti padavina dobije se *srednja donja granica padavina.*

Kao primer uzet je mesec januar za period 1925—1940. godine u Nišu (tablica 83). Srednja normalna visina padavina za 16 godina bila je 37,3 mm. Odstupanja stvarnih visina padavina od srednje normalne visine po godinama bila su ovakva:

Godine:	1925	26	27	28	29	1930	31	32	33	34	35
Odstupanja:	—37,3	5,0	31,5	—8,8	21,7	—16,1	22,4	—16,1	2,9	—15,0	8,8

1936	37	38	39	1940
9,7	0,3	20,2	—21,0	—7,9

Zbir pozitivnih odstupanja iznosi:

$\Sigma_+ = 5{,}0+31{,}5+21{,}7+22{,}4+2{,}9+8{,}8+9{,}7+0{,}3+20{,}2=122{,}5$,

a srednje pozitivno odstupanje je 122,5:9=13,6

Zbir negativnih odstupanja iznosi:

$\Sigma_- = -37{,}3-8{,}8-16{,}1-16{,}1-15{,}0-21{,}0-7{,}9=-122{,}2$,

a srednje negativno odstupanje je —122,2:7=—17,5.

Prema tome je:

srednja gornja granica visine padavina 37,3+13,6=50,9 mm,

srednja donja granica visine padavina 37,3—17,5=19,8 mm.

Dakle, između 19,8 mm i 50,9 mm kolebaju srednje visine padavina mesecu januaru u Nišu.

Na isti način se može odrediti srednje odstupanje i za ostale mesece.

Apsolutno mesečno kolebanje padavina za mesec januar za period 1925—1940. godine jeste: 68,8—0,0=68,8 mm. To znači da je u januaru u Nišu apsolutna gornja granica padavina bila 68,8 mm (1927. g.), apsolutna donja granica 0,0 mm (1925. god.).

68.4 KIŠNI I SUŠNI PERIODI

Kišni i sušni periodi su takođe važni za praksu. Oni se dobijaju kada se iz mesečnih meteoroloških tablica ispisuje koliko je dana uzastopno padala kiša, odnosno koliko je dugo bila suša. Ovi se podaci unose u naročite obrasce i izračunaju srednje vrednosti za duži niz godina.

Konrad (83) je preporučio sledeće pravilo pri određivanju kišnih i sušnih perioda:

1. Kao kišni period uzima se neprekidni niz dana sa najmanjom visinom padavina od 0,3 mm dnevno. Izdvojeni (usamljeni) dani sa padavinama ubrajaju se takođe u periode, tako da kada se ima 1 dan sa kišom, taj dan se uzima kao jednodnevni period.

2. Kao sušni period uzima se niz od najmanje 5 uzastopnih dana bez padavina, pri čemu treba dane sa visinom padavina manjom od 0,3 mm takođe smatrati sušnim. Ako neki sušni period, koji je trajao 5 dana i duže, prekine 1 dan sa kišom u kome je palo manje od 1 mm padavina, takav se sušni period smatra neprekinutim, tj. dan sa padavinom manjom od 1 mm smatra se u ovom slučaju kao sušni dan.

3. Ako jedan kišni ili sušni period prelazi iz jednog meseca u drugi, onda se on računa u onom mesecu u koji pripada duži deo dotičnog perioda. Ako su ovi periodi takvi da isti broj dana pada i na jedan i na

drugi mesec onda se postupa ovako: kišni period se uzima u onom mesecu u kome je veća visina padavina za isti broj padavinskih dana, a sušni period uzima se uvek u prethodnom mesecu. Ako bi se neki sušni period pružao preko tri meseca, on se uvek pripisuje srednjem mesecu.

4. Pri obradi kišnih i sušnih perioda treba imati podataka za jedan neprekidan niz osmatranja od najmanje 10 godina. Kraći niz godina ne bi trebalo uzimati u obzir pri ovoj obradi.

Na ovaj način obrađeni su kišni i sušni periodi za Srbiju za period 1925—1940. godine, a za Beograd još i za period 1887—1949. g. (84).

68.5 KIŠNI FAKTOR, INDEKS SUŠE, TERMODROMSKI KOEFICIJENT I MEYEROV KVOCIJENT

a) *Kišni faktor.* — Kišni faktor predstavlja odnos između godišnje sume padavina i srednje godišnje temperature vazduha. Ovu veličinu uveo je u klimatologiju R. Lang. Prema veličini kišnog faktora Lang karakteriše klimatske oblasti na sledeći način:

Kišni faktor od 0 do 20	pustinje	aridna klima
Kišni faktor od 20 do 40	polupustinje	
Kišni faktor od 40 do 60	stepe i savane	humidna klima
Kišni faktor od 60 do 100	slabe šume	
Kišni faktor od 100 do 160	visoke šume	

Kišni faktor veći od 160 pustare i tundre — perhumidna klima

b) *Indeks suše.* — Indeks suše uveo je u klimatologiju francuski geograf de Martonne. Pomoću ove veličine mogu se na zemlji odrediti sušni, vlažni i umereni predeli u pogledu vlažnosti.

Poznato je da vegetacija zavisi najviše od količine padavina i temperature vazduha. Iz tih razloga kao indeks suše uzima se jedna veličina koja je funkcija temperature vazduha i padavina. Ta funkcija ima oblik:

$$I = \frac{H}{t+10},$$

u kojoj je H — godišnja suma padavina u mm, a t — srednja godišnja temperatura vazduha. Broj 10 uveden je u imenitelju iz razloga da bi se izbegle negativne vrednosti indeksa I, jer se pretpostavlja da čak i na većim geografskim širinama srednja godišnja temperatura neće biti niža od —10°. Pretpostavlja se dalje, da temperature ispod —10° nemaju nikakav značaj, jer je tada zemlja zamrznuta i padavine su isključivo u vidu snega.

Vredno je napomenuti kako je de Martonne došao do ovog indeksa. On je proučavao kontinentalne oblasti u kojima voda koja otiče rekama dostiže do okeana (egzoreizam), zatim oblasti u kojima otičuća voda ne dostiže do okeana (endoreizam) i najzad oblasti u kojima nema pravilnog oticanja vode uopšte (areizam). Prilikom ovih ispitivanja on je ustanovio da stanje u pojedinim oblastima ima velike sličnosti sa klimatskim elementima pojedinih oblasti, a specijalno sa tokom padavina i temperaturskim tokom. Takođe je ustanovio, da se te promene u manjim geografskim širinama bolje podudaraju sa krivom padavina, a u većim širinama imaju više oblik temperaturnog toka. Otuda je on došao na misao da nađe funkciju u kojoj će promenljive veličine biti suma padavina i temperatura vazduha.

Prema ovoj formuli de Martonne upoređuje areične oblasti sa onim oblastima koje imaju manji indeks od 5. To su suve oblasti u koje spadaju Sahara, Arabija, Centralna Australija, Turkestan i dr.

Oblasti sa indeksom od 5 do 10 obuhvataju granične pustinjske predele sa umerenim oticanjem vode, ali sa još uvek slabom florom (pustinjska stepa). Uopšte, oblast endoreizma obuhvata mesta sa indeksom manjim od 10. Ta oblast odgovara mnogo suvim klimatskim predelima u kojima su isključene biljne kulture bez veštačkog navodnjavanja. Između indeksa 10 i 30 ima skoro svuda umereno oticanje vode, ali u mestima sa indeksom od 10 do 20 vrlo često reljef zemljišta igra presudnu ulogu u tome, da li dotična oblast pripada endoreičnom ili egzoreičnom tipu. Međutim, mesta sa indeksom od 20 do 30 isključuju sasvim endoreičan tip zemljišta, tj. takve oblasti pripadaju egzoreičnom tipu.

Upoređenje ovakvih oblasti sa različitim indeksima suše dovelo je do sledećih zaključaka: kod indeksa od 10 do 20 pojavljuju se travne formacije pomešane sa žbunjem i trnovitim drvećem; tu je navodnjavanje korisno a ponegde i neophodno potrebno za biljne kulture kojima je potrebna veća vlažnost. Treba napomenuti da se najbolje zone navodnjavanih žitarica, kako u umerenim tako i u tropskim oblastima prostiru oko linije sa indeksom 20. Isto tako ovo važi i za sredozemno žbunje (masline).

Ukoliko se indeks suše bliži broju 30, utoliko navodnjavanje u takvim oblastima nije neophodno izuzev livada za košenje i onih kultura kojima je potrebno više vode.

Oblasti sa indeksom većim od 30 imaju stalno oticanje vode i skoro nema zatvorenih bazena iz kojih ne bi bilo oticanja prema morima i okeanima. Ako je indeks veći od 40 onda je oticanje stalno i obilno.

Najveći indeksi suše su u najhladnijim predelima (zbog niske temperature) ili u ekvatorskim i monsunskim oblastima (zbog obilnih padavina). Još neka veza može da se nađe između velikih indeksa suše i flore. Za indeks suše veći od 30 drveće počinje da zauzima sve veći prostor u prirodi. Ako je indeks veći od 40 onda šuma zauzima skoro ceo prostor a žitarice su izložene opasnosti od suvišne vlage.

Sve napred rečeno može se primeniti i za kraće vremenske periode npr. za mesec. Samo se u tom slučaju mesečne sume padavina moraju množiti sa 12. Formula za mesečni indeks suše dobija tada oblik:

$$I = \frac{12 \cdot H}{t+10},$$

gde je H — srednja mesečna suma padavina a t — srednja mesečna temperatura vazduha.

Ustanovilo se da su suve oblasti u kojima je godišnji indeks suše manji od 20. Na isti način moglo bi se uzeti da su suvi oni meseci čiji je indeks isto manji od 20.

c) *Termodromski koeficijent.* — Termodromski koeficijent je postavio Kerner. On se izračunava pomoću sledeće formule:

$$K = \frac{t_X - t_{IV}}{A} \cdot 100\%,$$

u kojoj su: t_X — srednja mesečna temperatura oktobra, t_{IV} — srednja mesečna temperatura aprila i A — godišnje temperaturno kolebanje.

Ako je K veće od 15% to u toj oblasti vlada maritimna klima. U oblastima kontinentalne klime K je manje od 15%, i ukoliko je manje od

15% utoliko je kontinentalnost veća. U oblastima gde je kontinentalnost klime jako izražena termodromski koeficijent K ima negativnu vrednost.

d) *Meyerov kvocijent.* — Ovaj kvocijent izračunava se po formuli:

$$NS = \frac{H}{E-e},$$

u kojoj su: H — prosečna godišnja visina padavina, E — maksimalni pritisak vodene pare koji odgovara srednjoj godišnjoj temperaturi vazduha, e — stvarni prosečni pritisak vodene pare u toku godine. Prema Cernescu (85) je NS=200 kao granična vrednost između aridne i humidne klime. U oblasti aridne klime NS je manji od 200, dok u oblasti humidne klime je veći od 200.

69. OBRADA PODATAKA SNEŽNOG POKRIVAČA

Kao važni podaci snežnog pokrivača dolaze u obzir:

— Visina snežnog pokrivača u cm.
— Gustina snega — težina u gramima jednog kubnog cm snega.
— Trajanje snežnog pokrivača u danima.
— Broj dana sa padanjem snega.
— Srednji i ekstremni datum prvog i poslednjeg padanja snega.
— Srednji i ekstremni datumi početka i kraja snežnog pokrivača u toku celog hladnog perioda.

Pored podataka ukupnog broja dana sa potpunim snežnim pokrivačem od interesa su još: dužina i čestina pojedinih perioda sa snežnim pokrivačem. Tako npr. u istočnim delovima Evrope, gde je klima izrazito kontinentalna, periodi sa snežnim pokrivačem u toku zime su obično dugi. U zapadnoj Evropi, gde je klima blažija, snežni periodi su češći ali kraći.

Upoređivanjem podataka srednjeg dana sa mrazom i srednjeg dana sa padanjem prvog snega ustanovljeno je da se u primorskim krajevima prvi sneg javlja pre prvog mraza, a što se više ide u unutrašnjost kontinenta to se prvi mraz javlja ranije od prvog snega (86).

Obrada podataka snežnog pokrivača je dosta komplikovana, jer na visinu i dužinu njegovog trajanja imaju dosta veliki uticaj lokalni uslovi. Ako mesto gde je postavljen snegomer nije dobro izabrano, onda vetar može da donosi i odnosi sneg sa tog mesta. Ako je snegomer postavljen na brežuljku, to će snežni pokrivač biti niži nego što je u stvari, a u zaklonjenim mestima visina snega će biti veća. Ovo se poslednje naročito događa kada je snegomer postavljen na proplanku u šumi ili u krugu meteoroloških instrumenata koji je ograđen rešetkastom ogradom.

Zato se pri obradi podataka o snežnom pokrivaču moraju prvenstveno imati podaci o položaju gde je snegomer bio postavljen. Naročite teškoće pri obradi nastupaju ako je stanica premeštena sa jednog mesta na drugo, te se dobijaju podaci koji nisu u celom periodu mereni pod istim uslovima. Dovesti ove podatke na iste uslove je dosta teško, pošto mreža meteoroloških stanica koje su dugi niz godina osmatrale snežni pokrivač nije tako gusta, a sem toga visina snežnog pokrivača znatno koleba iz godine u godinu. Usled toga se teško može vršiti upoređenje podataka snežnog pokrivača između obližnjih meteoroloških stanica.

Za klimatsku obradu snežnog pokrivača potrebno je najmanje 20 godina osmatranja pod istim uslovima. Za određivanje rejona sa nestabilnim snežnim pokrivačem srednja visina snega nije tako važna, pošto često ima takvih zima u kojima duže vremena cele zime uopšte nema

snega niti snežnog pokrivača. U takvim slučajevima mogu se izračunati čestine različitih visina snežnog pokrivača po dekadama.

Kada se imaju na raspolaganju podaci o visini snežnog pokrivača i gustini snega onda se mogu odrediti zalihe vode na izvesnoj teritoriji.

70. OBRADA PODATAKA VETRA

Klimatska obrada vetra ima specijalne odlike, jer se pri njoj mora voditi računa kako o pravcima vetra tako i o brzini. Principijelno se mogu upotrebiti dva načina: ili se jednovremeno obrađuju i prikazuju zajedno pravac i brzina vetra, ili se oni obrađuju i prikazuju odvojeno. Za klimatološke svrhe potrebno je imati podatke o svim vetrovima koji duvaju u datoj oblasti. Zato se zasebno obrađuju pravci vetrova a zasebno brzine.

Da bi se za neko mesto dobili podaci o rasporedu vetrova u toku izvesnog perioda vremena, potrebno je da se imaju podaci za period od 20 godina osmatranja.

Pri određivanju rasporeda vetrova mora se odrediti tzv. čestina vetra, tj. broj javljanja vetra iz dotičnog pravca u %, gde se za 100% uzima ukupan broj svih pravaca vetrova i tišina osmotrenih u tom celom periodu, pri osmatranjima u 7, 14 i 21 čas. Sem čestine pravca vetrova

Obrazac br. 1. Pravac i brzina vetra u 1927. godini u Titovom Velesu

Mesec	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	tiho	svega
I							3	4 2 2 2 3 5								264 665 823 222 432 222 44 25 64 2		
M C							1 3	6 18								25 90	61	93
II						itd.												
M C																		
III						.itd.												

Primedba: U rubrici pod NNW npr. broj 2 6 4 znači: jedanput je brzina bila 2 m/s, drugiput 6 m/s i trećiput 4 m/s.

i tišina određuje se još i srednja brzina vetra u m/s zasebno za svaki pravac.

Da bi se ovo jasnije prikazalo uzeće se jedan konkretan primer za Titov Veles, za period 1927—1940. godine.

Prvo treba napraviti pomoćni obrazac br. 1.

U ovom obrascu M — označava zbir koliko je puta u toku meseca januara 1927. godine osmotren vetar iz dotičnog pravca (za vreme osmatranja u 7, 14 i 21 čas), dok C — predstavlja zbir brzina vetra u m/s iz tih pravaca.

U ovakve pomoćne obrasce upisuju se podaci brzine vetra u rubrike odgovarajućih pravaca iz mesečnih meteoroloških izveštaja. Kada se upišu podaci za jedan mesec, onda se broj čestina za svaki pravac upiše u rubriku M, a zbir brzina u rubriku C. Ovo je urađeno za januar 1927. godine (vidi obrazac br. 1). Za mesece sa 31 danom ukupan zbir svih pravaca vetra i tišina mora biti 93, a za mesece sa 30 dana mora biti 90, dok za februar iznosi 84 ili 87 (prestupne godine).

Ovako se uradi za svih 12 meseci 1927. godine, pa zatim za sve godine npr. do 1940.

Kada se podaci za sve mesece i sve godine ispišu u pomoćne obrasce br. 1. i odrede vrednosti M i C, onda se naprave još dva pomoćna obrasca br. 2. i br. 3. u koje se upišu podaci pravca i brzine vetra i to za isti mesec a za sve godine, tj. za svih 14 godina.

Obrazac broj 2. Čestina vetra u januaru u Titovom Velesu za period 1927—1940.

Godina	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Tiho	Ukupno
1927.							1	6								25	61	93
1928.	15						2								16	4	56	93
1929.	21						6	1							11		49	93
1930.	5						5	1		1	2		2		10	2	68	93
1931.	12						3		1		2				7		68	93
1932.	16						2				2		4		5		64	93
1933.	18						5				2				4		65	93
1934.	11										1						82	93
1935.	17		2						3	1			1		1		68	93
1936.	8								3				2				80	93
1937.	27								1		7		1				57	93
1938.	22						1		2								68	93
1939.	8						6						1		1		77	93
1940.	13						1		1		1		1				76	93
Σ	193		2				32	8	11	2	17		12		55	31	939	1302
‰	148		2				25	6	8	2	13		9		42	24	721	1000‰

Brojevi u rubrici Σ u obrascu br. 2. pokazuju koliko se puta pojavio vetar u toku 14 godina iz pojedinih pravaca u mesecu januaru.

Obrazac broj 3: Zbir brzina vetra u januaru u Titovom Velesu za period 1927—1940. godine

Godine	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1927.							3	18								90
1928.	38						3								47	16
1929.	135						36	8							41	
1930.	22						16	3		4	4		3		42	8
1931.	45						10		2		3				30	
1932.	78						6				4		10		22	
1933.	94						20				4				12	
1934.	24										2					
1935.	68		10						12	8			4		2	
1936.	34								10				10			
1937.	130								2		36		2			
1938.	80						2		8							
1939.	58						24						1		8	
1940.	52						4		4		2		2			
Σ_1	856		10				124	29	38	12	55		32		204	114
σ	4,4		5,0				3,9	3,6	3,5	6,0	3,2		2,7		3,7	3,7

Brojevi u rubrici Σ_1 (obrazac br. 3) predstavljaju zbirove brzina za ovaj isti period iz istih pravaca.

Kada se podeli suma brzina Σ_1 sa sumom čestina pravaca Σ za svaki pojedini pravac dobiće se srednja brzina σ iz svakog pojedinog pravca što je urađeno i upisano u obrascu broj 3.

Ovako se uradi za svih 12 meseci, a za svih 14 godina.

Posle toga zbir pravaca vetra i tišina Σ iz obrasca broj 2 treba pretvoriti u ‰ po prostom pravilu trojnom uzimajući zbir osmatranja (za svih 14 godina kao 1000‰). Ovde su dakle, ukupni zbirovi osmatranja za mesece sa 31 danom $14\times93=1302$, za mesece sa 30 dana $14\times90=1260$, a za februar $10\times84+4\times87=1188$ (4 prestupne godine). Kada se to uradi za sve pravce i tišine suma promila u jednom mesecu mora biti 1000 ‰.

Na taj način dobije se 12 obrazaca za pravce vetra i 12 za brzine za svih 12 meseci a za 14 godina.

Iz ovih obrazaca naprave se dva opšta obrasca u koje se ubeleže u jedan čestine pravaca vetrova i tišina, a u drugi srednje brzine u m/s. Takvi popunjeni obrasci za Titov Veles su obrazac br. 4. za čestinu vetra i obrazac br. 5. za srednju brzinu

Obrazac broj 4. Čestine pravaca vetrova i tišina u ‰ u Titovom Velesu za period 1927—1940. godine

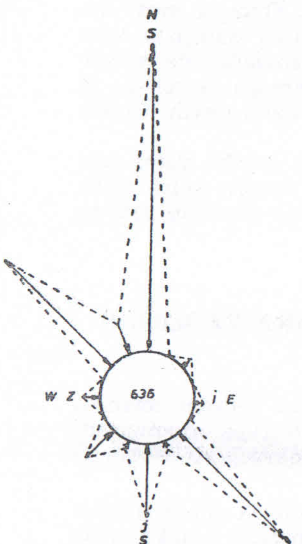
Meseci Pravci	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Tiši-ne	Ukupno
I	148		2				25	6	8	2	13		9		42	24	721	1000
II	172	1	2		1		48		37		12		5		96	24	602	1000
III	173		1		1		98	2	71	1	34		4		59	10	546	1000
IV	110		6		2		138	2	48	4	13		6		45	18	608	1000
V	106		7		2		104	1	48		21		5		54	18	634	1000
VI	139	2	6		2		49	4	33	1	21	1	16		72	14	640	1000
VII	200	1	24		1		38	1	12	1	10		12		98	14	588	1000
VIII	165		15		4		54	1	17		17		14		102	10	601	1000
IX	134	1	5		4	2	72	3	29	1	9	1	7		82	10	640	1000
X	95	2	2		3		84	1	36	2	30		5		62	8	670	1000
XI	101	1	3		1		96	3	46	4	11		6		37	8	683	1000
XII	140		1		4		37	1	21	2	19	1	5	1	53	15	700	1000
Σ‰	1683	8	74		25	2	843	25	406	18	210	3	94	1	802	173	7633	12000
σ‰	140	1	6		2	0	70	2	34	2	18	0	8	0	67	14	636	1000

Obrazac broj 5. Srednja brzina vetra u m/s u Titovom Velesu za period 1927—1940.

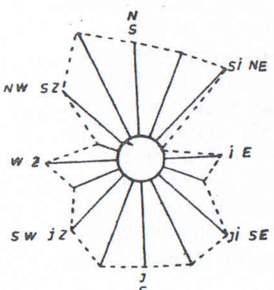
Pravci Meseci	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
I	4,4		5,0				3,9	3,6	3,5	6,0	3,2		2,7		3,7	3,7
II	5,0	2,0	5,0		2,0		4,7		4,5		3,6		2,7		4,1	5,6
III	5,5		4,0		2,0		4,9	5,8	4,4	2,0	4,0		4,8		3,6	4,8
IV	4,5		5,8		2,3		5,1	7,0	4,1	8,0	4,5		4,8		3,7	4,7
V	4,2		3,7		3,3		4,1	6,0	3,6		3,8		5,0		3,5	4,6
VI	4,1	5,3	3,0		4,0		3,8	6,0	4,0	4,0	3,7	4,0	3,3		3,7	6,6
VII	4,1	2,5	4,5		2,0		3,9	4,0	3,8	2,0	3,5		2,6		4,1	5,3
VIII	4,3		4,2		1,6		4,2	2,0	4,0		3,2		3,0		4,3	6,3
IX	4,2	8,0	5,0		2,0	2,0	4,2	2,8	3,6	2,0	3,5	1,0	2,4		3,9	6,5
X	4,3	4,0	5,0		2,5		4,3	1,5	3,4	6,7	4,0		2,8		4,1	7,3
XI	4,5	4,0	2,8		2,0		4,5	4,8	4,4	5,2	3,4		2,8		3,7	6,4
XII	4,1		10,0		3,2		3,5	6,0	3,7	2,7	3,3	2,0	3,1	1,0	3,5	5,3
Sred. god.	4,4	4,3	4,8		2,7	2,0	4,3	4,5	4,0	4,3	3,6	2,3	3,3	1,0	3,8	5,6

Godišnje čestine i srednje brzine vetra iz obrazaca 4 i 5 mogu se predstaviti grafički kao što se vidi na slikama 59. i 60.

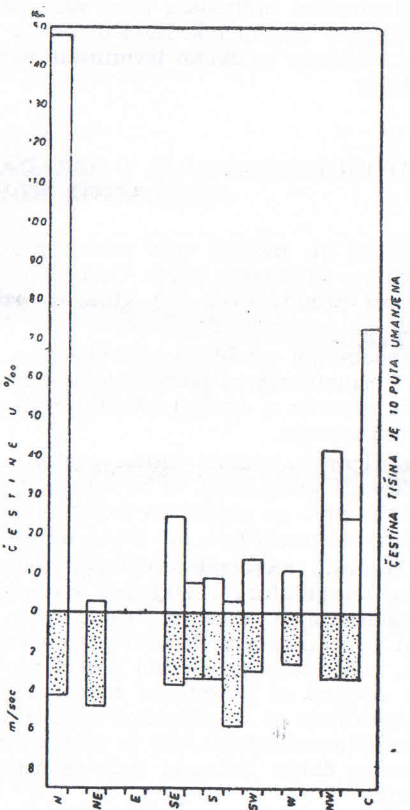
Ovakvi grafički prikazi mogu se izraditi za svaki mesec, za godišnje doba ili za vegetacioni period.



Sl. 59. Godišnje čestine vetrova i tišina u Titovom Velesu za period 1927—1940. godine



Sl. 60. Srednje godišnje brzine vetrova iz raznih pravaca u Titovom Velesu za period 1927—1940. godine



Sl. 61. Čestine i srednje brzine vetrova za mesec januar u Titovom Velesu za period 1927—1940. godine

Čestine vetra mogu se predstaviti grafički još i u jednom koordinatnom sistemu gde se po apscisi uzimaju pravci vetra, a po ordinati u pozitivnom smislu broj slučajeva, a u negativnom smislu srednja brzina u m/s. Takav jedan dijagram za Titov Veles za mesec januar vidi se na slici 61. Na ovoj slici C označava čestinu tišina.

Kada se odrede čestine vetrova na raznim stanicama onda se one moraju podvrgnuti analizi. Na raznim stanicama jedne iste oblasti preovlađujući pravci vetra ne smeju se mnogo razlikovati jedan od drugog (sem isključivo u planinskim predelima). Ako između obližnjih stanica postoje veća skretanja to se ona moraju ponaosob ispitati. Ovde se može desiti da na pojedine pravce u izvesnim mestima utiče reljef zemljišta, tako da lokalni uslovi dolaze do izražaja. Sem toga, na preovlađujuće pravce vetrova može imati uticaja i nepravilno postavljanje samoga vetrokaza ili njegovo oštećenje; npr. ako je vetrokaz postavljen u blizini nekih visokih objekata ili zaklonjen nekim bregom itd.

U planinskim predelima i pri morskim obalama pravac vetra ima jako promenjeni dnevni tok. Zato u takvim oblastima čestine vetra treba određivati odvojeno za svako terminsko osmatranje. Ovo naročito važi za letnje mesece.

71. METODI OSMATRANJA I OBRADA PODATAKA ZA MESNU (LOKALNU) KLIMU

U članu 31. nazvali smo mezoklimu i topoklimu jednim imenom »mesna klima« ili lokalna klima. Ovde će se izneti kako treba organizovati merenja pri proučavanju ove klime i kako treba obrađivati dobijene podatke.

Raznoobrazni problemi uslovljavaju i raznoobrazna meteorološka merenja i osmatranja za potrebe mesne klime. Ipak postoje i neka opšta zajednička pravila o načinu postavljanja meteoroloških instrumenata i vršenju osmatranja.

Specifičnosti lokalne klime protežu se ponekad i na prostor od kakvih desetak kilometara, te se zato meteorološka merenja i osmatranja za ove svrhe vrše po programu meteorološke stanice II. reda, sa izvesnim dopunskim instrumentima, što zavisi od problema koji ima da se reši.

Iz srednjih mesečnih vrednosti meteoroloških elemenata određuju se razlike temperature i vlažnosti na proplanku i u polju, ili dejstvo manjih uzvišenja na vetar itd. Prema tome, ako su za neko mesto potrebni klimatski podaci, radi podizanja gradova ili industrije ili drugih sličnih objekata, tada treba prethodno podići na tom mestu privremenu meteorološku stanicu sa potrebnim instrumentima. Dobiveni podaci sa ove stanice upoređuju se sa podacima najbližih stalnih meteoroloških stanica, za isti period osmatranja. Ako je mesto osmatranja privremene meteorološke stanice dobro izabrano tada se osnovne crte lokalne klime jasno ispoljavaju.

U ovakvim slučajevima često se primenjuje tzv. lokalno snimanje meteoroloških elemenata, a to znači, da se jednovremeno izučava neka manja teritorija postavljanjem meteoroloških stanica ili samo osmatrača na specijalno izabranim tačkama. Meteorološka osmatranja na svim ovim tačkama vrše se jednovremeno, a vreme za osmatranja određuje se prema sezoni i uslovima opšteg vremenskog karaktera.

Dosta često vrše se takođe maršrutna snimanja na taj način što se osmatrač kreće po određenom putu (pravcu) i na određenim tačkama vrši merenja meteoroloških elemenata. U isto vreme drugi osmatrač koji se kreće drugim pravcem takođe vrši merenja u iste momente vremena. Kada osmatrači dođu do unapred utvrđenih krajnjih tačaka, oni se vraćaju natrag istim putevima i opet u određenim momentima vrše merenje na pojedinim tačkama.

Za merenja temperature i vlažnosti vazduha kod ovih merenja se iskorišćavaju *asmanovi aspiracioni psihrometri*, koji imaju manju inerciju od termometara u termometarskom zaklonu.

Još tačniji instrumenti za merenje temperature pri mikroklimatskim merenjima jesu termospojevi ili termometri sa otpornicima, koji su veoma osetljivi. Ovi termometri se mogu postaviti na lišću vegetacije, u krunama drveća ili drugih biljaka i zatim na raznim visinama od zemljine površine ili na raznim dubinama u zemljištu. Aparati za očitavanje vrednosti mogu biti udaljeni od samih mernih tela, tako da se vrednosti temperature prenose od mesta merenja do mesta gde se nalazi aparat za čitanje ili registrovanje brojnih vrednosti. Ovaj prenos vrši se električnom strujom.

Brzina vetra meri se običnim ručnim anemometrom, koji mora biti osetljiv i za male brzine vetra.

Pri obradi osmotrenih rezultata na privremenoj meteorološkoj stanici ili na neki drugi način, potrebno je da se vrši upoređivanje sa podacima neke druge stalne stanice. Ukoliko postoje razlike između podataka stalne i privremene meteorološke stanice za jednu godinu, te razlike će postojati i u dužem nizu godina osmatranja. Međutim, ovde se mora naglasiti da će npr. temperaturske razlike, koje su dobijene između dva mesta prema osmatranjima za kratak period vremena, biti različite od dugogodišnjih razlika za ta dva mesta. Ovo nastupa iz razloga, što u kratkom periodu vremena može preovlađivati jedan isti tip vremena, kao što je npr. bilo vlažno i hladno vreme u martu i aprilu 1958. godine, a suvo i toplo u maju iste godine. Zato je potrebno izračunati temperaturske razlike posebno za svaki tip vremena i uzeti njihovu srednju vrednost, uzimajući pri tome u obzir čestinu svakog tipa vremena prema dugogodišnjim meteorološkim osmatranjima stalne meteorološke stanice. Za ovo se može iskoristiti jedan specijalan metod obrade koji je primenila S. A. Sapožnikova pri mikroklimatskom rejoniranju na teritoriji SSSR, u suptropskom klimatu (48).

Kakve tipove vremena treba uzimati u obzir zavisi od toga kako je uopšte razrađena tipizacija vremena za dotičan rejon. Sem toga, to zavisi i od broja meteoroloških osmatranja sa kojim se raspolaže. U praksi su često mogući slučajevi da neki tipovi vremena, koji su karakteristični za dotično područje, izostanu u nekom kraćem periodu osmatranja. To bi npr. u Podunavlju mogao da bude košavski tip vremena, koji bi mogao u toku jedne godine uopšte da se ne dogodi. Zato se u ovakvim slučajevima ne uzima veliki broj tipova vremena već manji, koji će se i u kratkom periodu vremena dogoditi. Tipovi vremena koji se u ovakvim prilikama uzimaju u obzir moraju se međusobom bitno razlikovati. Tako je npr. zgodno da se uzmu dva tipa vremena i to: vedro (kada je srednja dnevna oblačnost $< 2/10$) i mutno (kada je srednja dnevna oblačnost $> 8/10$).

Srednje temperaturske razlike ($\triangle t$) u ovakvom slučaju treba izračunati po formuli:

$$\triangle t = \frac{n_1 \triangle t_1 + n_2 \triangle t_2}{n_1 + n_2},$$

u kojoj su n_1 i n_2 — čestine vedrih i mutnih dana po mesecima, npr. na Meteorološkoj opservatoriji u Beogradu za period 1920—1957. godine, a

Δt_1 i Δt_2 prosečne temperaturske razlike između Novog Beograda i Meteorološke opservatorije za vreme vedrih i mutnih dana u periodu od 1. V 1957. do 30. IV 1958.

Po ovom metodu izračunate su srednje razlike srednjih dnevnih temperatura vazduha između Novog Beograda i Meteorološke opservatorije u Beogradu (22).

72. PROGNOZA ZA NOĆNE PROLETNJE I JESENJE MRAZEVE

Šteta koju može proizvesti jedan pozni proletnji ili rani jesenji mraz može biti veoma velika. Zato se preduzimaju izvesne mere da se spreči šteta od ovih mrazeva i da se sačuvaju najosetljivije kulture kao što su: vinogradi, voćnjaci, zatim povrtarske i druge kulture.

Da bi se ovi mrazevi mogli prognozirati i blagovremeno preduzeti mere zaštite, moramo se osvrnuti na proces njihovog obrazovanja. Dnevno kolebanje temperature vazduha je mnogo veće iznad same zemljine površine nego na većoj visini. Navešćemo konkretan primer: 19. aprila 1950. godine u Beogradu kod Meteorološke opservatorije izjutra minimalna temperatura vazduha bila je u termometarskom zaklonu 9,3⁰, a na 5 cm visine iznad zemlje 1,2⁰. Maksimalna temperatura istoga dana bila je u termometarskom zaklonu 25,0⁰, a na 5 cm 33,0⁰. Dakle, dnevno kolebanje temperature na 2 metra visine u termometarskom zaklonu bilo je (25,0 — 9,3) = 15,7⁰, a na 5 cm visine dnevno kolebanje je bilo (33,0 — 1,2) = 31,8, tj. dva puta veće nego na 2 metra visine u termometarskom zaklonu.

Kako veliki deo biljnog sveta u ovo doba živi baš u ovom prizemnom sloju, to je poznavanje temperature prizemnog sloja veoma važno, naročito u vremenu kada vegetacija može da nastrada od noćnih mrazeva.

Hlađenje zemljine površine i opadanje temperature u prizemnom vazduhu je funkcija intenziteta izračivanja. Ali ovo je utoliko više izrazito ukoliko je:

— Noć vedrija — bez oblaka.

— Vazduh suvlji — jer vodena para u atmosferi apsorbuje tamne toplotne zrake koje zemlja otpušta i vazduh se iznad zemlje usled toga zagreva.

— Vazduh mirniji — jer se miran vazduh hladi u dodiru sa zemljinom površinom brže nego vazduh koji je u pokretu iznad zemlje.

Postoji više metoda za prognozu ovih noćnih mrazeva a mi ćemo ovde navesti neke od tih.

1. *Prognoza pomoću temperature rosne tačke vazduha.* — U ovom slučaju odredi se temperatura rosne tačke vazduha i to prethodnog dana oko 17 časova. Ustanovljeno je da se temperatura u toku noći neće spustiti niže nego što je temperatura rosne tačke u 17 časova.

Ako je temperatura rosne tačke u 17 časova iznad nule, minimum temperature u nastupajućoj noći neće pasti ispod 0⁰. Ako je temperatura rosne tačke samo malo iznad 0⁰, npr. 0,5⁰, to se ipak mora računati sa izvesnom opasnošću od mraza za osetljive biljke.

2. *Langovo pravilo.* — Postoji metod za prognoziranje noćnih mrazeva pomoću tzv. Langovog pravila. Po ovom pravilu opasnost od mraza postoji ako je u 17 časova vlažni termometar bio niži od suvog, i to:

Pri suvom termometru od 14⁰ ako je vlažni bio niži od 5,8⁰
Pri suvom termometru od 12⁰ ako je vlažni bio niži od 4,9⁰
Pri suvom termometru od 10⁰ ako je vlažni bio niži od 4,0⁰
Pri suvom termometru od 8⁰ ako je vlažni bio niži od 3,1⁰
Pri suvom termometru od 6⁰ ako je vlažni bio niži od 2,3⁰
Pri suvom termometru od 4⁰ ako je vlažni bio niži od 1,5⁰
Pri suvom termometru od 2⁰ ako je vlažni bio niži od 0,7⁰

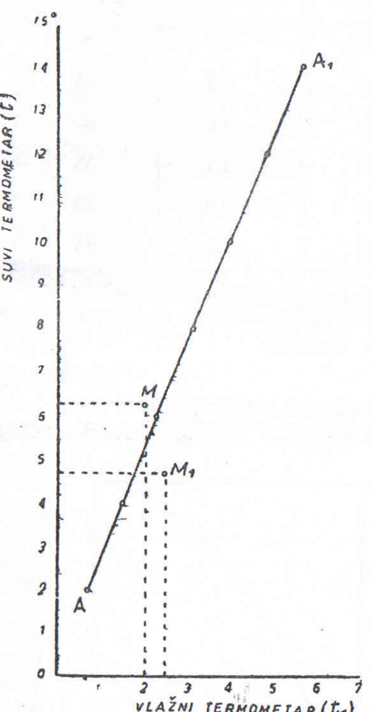
Još praktičnije se mogu predskazivati noćni mrazevi pomoću dijagrama slika 62. koji je nacrtan prema gornjim vrednostima suvog i vlažnog termometra.

Postupak pri određivanju prognoze proletnjih i jesenjih noćnih mrazeva je sledeći: Po ordinati se uzme temperatura suvog, a po apscisi vlažnog termometra i nađe tačka preseka. Ako se tačka preseka nalazi sa leve strane duži AA_1 onda postoji opasnost da će u toku noći biti mraza (slane). U slučaju da je tačka preseka sa desne strane duži AA_1 opasnost od mraza ne postoji.

Primeri: 1. Suvi termometar $t = 6,3^0$, a vlažni $t_1 = 2,1^0$. Tačka preseka M nalazi se sa leve strane duži AA_1. Opasnost od noćnog mraza postoji.

2. Suvi termometar $t = 4,7^0$, a vlažni $t_1 = 2,5^0$. Tačka preseka M_1 nalazi se sa desne strane duži AA_1. Opasnost od mraza ne postoji.

Ukoliko je tačka preseka M udaljenija ulevo od duži AA_1 utoliko je veća opasnost od noćnog mraza. Isto tako, što je tačka M_1 dalje udesno od duži AA_1 utoliko je veća sigurnost da noćnog mraza neće biti.



Sl. 62. Dijagram za prognoziranje noćnih mrazeva u proleće i jesen

Temperature t i t_1 ne treba meriti u termometarskom zaklonu, već iznad zemljine površine na onoj visini na kojoj se nalaze biljke za koje postoji bojazan da mogu nastradati od mraza. Ovo se radi iz razloga, što često postoji velika razlika između temperature u termometarskom zaklonu na 2 metra i temperature u prizemnom sloju vazduha. Tako je npr. noću 11. aprila 1950. godine u Beogradu (Meteorološka opservatorija) minimalna temperatura u termometarskom zaklonu bila 2,1⁰, a na 5 cm visine iznad zemlje —3,5⁰. Dakle, hladnoća od —3,5⁰ uništila je sve osetljivije biljke koje su bile tek nikle i čija su stabla dostizala visinu oko 5 do 10 cm.

3. *Prognoziranje noćnog mraza po formuli Mihaljevskog.* — Za prognozu nastupajućeg noćnog mraza (slane) Mihaljevski daje sledeću formulu (86):

$$t_n = t_1 - (t - t_1)\,C$$

u kojoj su t_n — minimalna temperatura koja će biti u toku nastupajuće noći, t — temperatura vazduha po suvom termometru u 13 časova, t_1 — temperatura vazduha po vlažnom termometru takođe u 13 časova i C — koeficijent koji zavisi od vlažnosti vazduha.

Ako je t_n izračunato po gornjoj formuli niže od $-2{,}0^0$ onda u narednoj noći treba očekivati mraz. Ako se t_n nalazi između $-2{,}0^0$ i $2{,}0^0$ onda je mraz moguć, a ako je t_n više od $2{,}0^0$ mraz je malo verovatan.

Tablica 85. Veličina koeficijenta C u zavisnosti od relativne vlažnosti vazduha

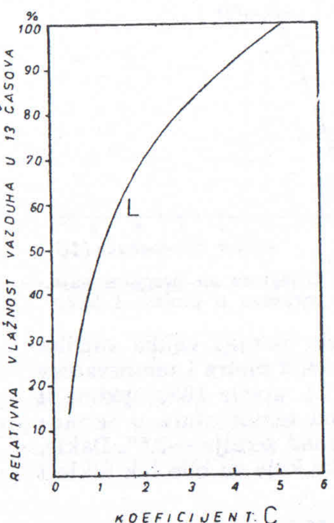
Relativna vlažnost	Koeficent C	Relativna vlažnost	Koeficijent C	Relativna vlažnost	Koeficijent C
100%	5,2	70	2,0	40	0,9
95	4,5	65	1,8	35	0,8
90	4,0	60	1,5	30	0,7
85	3,5	55	1,3	25	0,5
80	3,0	50	1,2	20	0,4
75	2,5	45	1,0	15	0,3

Za prognoziranje minimalne temperature na površini zemlje važi ovakva formula:

$$t_n = t_1 - (t - t_1)\,2C$$

Veličina koeficijenta C data je u sledećoj tablici 85.

Prema oblačnosti u 21 čas vrši se izvesna korekcija minimalne temperature t_n dobijene prema napred iznetim jednačinama. Tako npr. ako je u 21 čas oblačnost manja od 4/10, onda se izračunata minimalna temperatura t_n, prema podacima za 13 časova, još snizi za 2. Ako je oblačnost od 4 do 7/10 onda minimalna temperatura t_n ostaje onakva kakva je izračunata. Ako je oblačnost veća od 7/10 tada se izračunata minimalna temperatura t_n poveća za 2.



Sl. 63. Određivanje koeficijenta C prema relativnoj vlažnosti u 13 časova

Koeficijent C može se odrediti prema dijagramu slika 63. na taj način, što se po ordinati uzima relativna vlažnost vazduha u % u 13 časova, zatim se ide horizontalno do krive L, pa se onda ide vertikalno na dole i na apscisi pročita odgovarajuća vrednost za C. Kriva L nacrtana je prema podacima iz tablice 85.

4. *Korostelov metod.* — Ovaj se metod zasniva na tome, da je razlika između temperature vlažnog termometra u 21 čas (t_1) i minimalne temperature vazduha u toku nastupajuće noći (t_n) dovoljno postojana veličina, te se prema tome, može napisati da je:

$$t_n = t_1 - K$$

gde je K — jedan koeficijent koji je funkcija položaja i zato ga treba unapred odrediti za svako mesto.

Ovaj koeficijent K je određen za Voćarsko-vinogradarsku stanicu Radmilovac kod Vinče (87) i njegove brojne vrednosti su iznete u tablici 86.

Tablica 86. Vrednosti koeficijenta K po dekadama pri vedrom i oblačnom vremenu na Radmilovcu za period 1949—1958.

Dekade	I		II		III	
	vedro	oblačno	vedro	oblačno	vedro	oblačno
Mart	—	—	—	—	2,3	2,2
April	2,7	2,5	3,2	2,7	2,5	2,3
Maj	2,1	1,8	—	—	—	—
Septembar	—	—	—	—	2,8	2,8
Oktobar	2,7	2,1	2,8	2,2	2,4	2,3
Novembar	2,1	2,0	—	—	—	—

Iz tablice 86. se vidi da su vrednosti koeficijenta K veće pri vedrim noćima (srednja oblačnost < 2) nego pri oblačnim noćima (srednja oblačnost > 8).

5. *Braunov metod.* — U ovom metodu se uzima da opasnost od mraza u toku naredne noći zavisi od temperature vazduha u 21 čas (t_{21}) i temperaturske razlike između temperature vazduha u 13 časova (t_{13}) i temperature u 21 čas, tj.:

$$t_{13} - t_{21} = \triangle t.$$

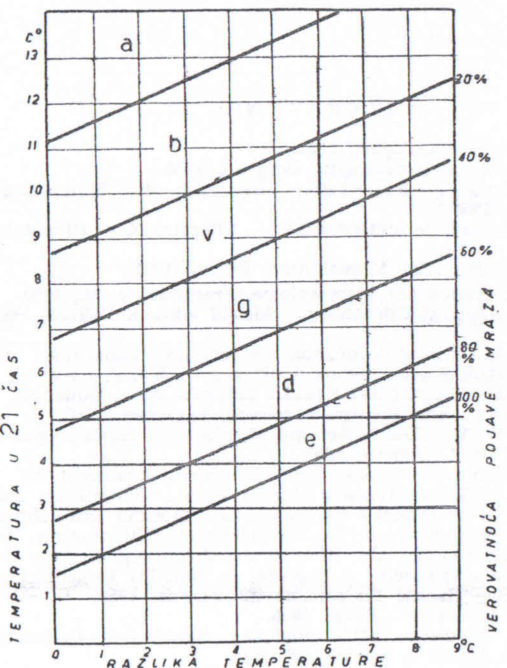
Ukoliko je temperatura vazduha u 21 čas niža a temperaturska razlika $t_{13} - t_{21}$ veća utoliko je veća opasnost da će mraza biti u nastupajućoj noći. Ova metoda je ispitana u SSSR i na osnovu dobivenih rezultata izrađen je grafikon slika 64. pomoću koga mogu da se prognoziraju ovi mrazevi.

Kao što se vidi po ordinati ovog grafikona uzeta je temperatura vazduha u 21 čas, a po apscisi razlika temperature $t_{13} - t_{21}$:

Primeri:

1. Ako je $t_{13} = 15^0$, a $t_{21} = 10^0$ onda je $t_{13} - t_{21} = 5^0$. Kada se na slici 64. uzme po ordinati 10, a po apscisi 5 dobiće se presečna tačka koja spada u oblast obeleženu sa »v«. To znači da je u toku nastupajuće noći mraz malo verovatan.
2. Ako je $t_{13} = 9^0$, a $t_{21} = 4^0$, tada je $t_{13} - t_{21} = 5^0$. Tačka preseka na slici 64. pada u oblast pod »e«. To znači da će mraza biti.

Sve ove metode služe kao opšte pravilo, a izuzetaka ima dosta. Ti izuzeci zavise od lokalnih uslova gde se izvesne biljke nalaze. Zato je potrebno da se na svakom iole većem poljoprivrednom dobru ove metode provere i ustanovi koliko su one pouzdane za dotično mesto.



Sl. 64. Grafikon za prognoziranje noćnih mrazeva

a — mraza neće biti
b — mraz je vrlo malo verovatan
v — mraz je malo verovatan
g — mraz je mogućan
d — mraz je veoma mogućan
e — mraza će biti

Zaštita biljaka protiv proletnjih i jesenjih noćnih mrazeva mora se organizovati na sledećim principima:

1. Da se smanji izračivanje sa zemljine površine.
2. Da se poveća količina vodene pare u vazduhu.
3. Da se izvrši mešanje prizemnog vazduha, kako bi se hladniji prizemni vazduh izmešao sa toplijim vazduhom na nešto većoj visini.

Sama odbrana biljaka od mraza spada u druge discipline, te se o tome ovde neće govoriti.

Tablica 87. *Pretvaranja broja dana u datume i obratno*

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	32	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335	1
2	33	61	92	122	153	183	214	245	275	306	336	2
3	34	62	93	123	154	184	215	246	276	307	337	3
4	35	63	94	124	155	185	216	247	277	308	338	4
5	36	64	95	125	156	186	217	248	278	309	339	5
6	37	65	96	126	157	187	218	249	279	310	340	6
7	38	66	97	127	158	188	219	250	280	311	341	7
8	39	67	98	128	159	189	220	251	281	312	342	8
9	40	68	99	129	160	190	221	252	282	313	343	9
10	41	69	100	130	161	191	222	253	283	314	344	10
11	42	70	101	131	162	192	223	254	284	315	345	11
12	43	71	102	132	163	193	224	255	285	316	346	12
13	44	72	103	133	164	194	225	256	286	317	347	13
14	45	73	104	134	165	195	226	257	287	318	348	14
15	46	74	105	135	166	196	227	258	288	319	349	15
16	47	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350	16
17	48	76	107	137	168	198	229	260	290	321	351	17
18	49	77	108	138	169	199	230	261	291	322	352	18
19	50	78	109	139	170	200	231	262	292	323	353	19
20	51	79	110	140	171	201	232	263	293	324	354	20
21	52	80	111	141	172	202	233	264	294	325	355	21
22	53	81	112	142	173	203	234	265	295	326	356	22
23	54	82	113	143	174	204	235	266	296	327	357	23
24	55	83	114	144	175	205	236	267	297	328	358	24
25	56	84	115	145	176	206	237	268	298	329	359	25
26	57	85	116	146	177	207	238	269	299	330	360	26
27	58	86	117	147	178	208	239	270	300	331	361	27
28	59	87	118	148	179	209	240	271	301	332	362	28
29		88	119	149	180	210	241	272	302	333	363	29
30		89	120	150	181	211	242	273	303	334	364	30
31		90		151		212	243		304		365	31

LITERATURA

1. Hann J.: Klimatologie, Stuttgart, 1932.
2. Milosavljević M.: Meteorologija, Beograd, 1958.
3. Alissow-Drozdow-Rubinstein: Lehrbuch der Klimatologie (prevod sa ruskog). Berlin 1956.
4. Poncelet L.: Éléments de météorologie. — Chapitre X — Climatologie. Ukkel — Brussel, 1956.
5. Köppen W.: Grundriss der Klimakunde, Berlin, 1931.
6. Keil K.: Handwörterbuch der Meteorologie, Frankfurt a. M., 1950.
7. Landsberg H.: Physical Climatology. Second edition. DuBois, Pennsylvania, 1958.
8. Milosavljević M.: Prilog proučavanju mikroklime Beograda i njegove bliže okoline. Glasnik srpskog geografskog društva sv. XXXIV, Beograd, 1954.
9. Okolowicz W.: Der Begriff des Klimas. Idöjárás, № 4. Budapest, 1961.
10. Woelfle M.: Waldbau und Forstmeteorologie, München, 1950.
11. Thornthwaite C. W.: Les taches qui attendent la climatologie. Bulletin de l' O. M. M. V. VI. № 1, Genève, 1957.
12. Geiger R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht, Braunschweig, 1950.
13. Шульгин М. А.: Температурный режим почвы. Ленинград, 1957.
14. Чубуков А. Л.: Комплесная климатология. Москва 1949. Ленинград.
15. Костин С. и Покровская Т.: Климатология. Ленинград, 1953.
16. Sauberer F. und Hörtel O.: Pflanze und Strahlung. Leipzig, 1959.
17. Penzar I.: Globalna radijacija u Zagrebu na temelju 10-godišnjih mjerenja. Geofizički institut — Radovi III ser. Br. 12. Zagreb, 1959.
18. Klimatographie von Österreich. Wien, 1958.
18a. Dogniaux R.: Données météorologiques concernant l'ensoleillement et l'éclairage naturel. Ukkel — Brussel 18. 1960.
19. Берлянд Е. М.: Предсказание и регулирование теплового режима приземного слоя атмосферы. Ленинград, 1956.
20. Siedentopf H. und Reeger: Die Beleuchtung durch die Sonne. Met. Zs., 114 (1944).
21. Берлянд Г. Т.: Тепловй баланс атмосферы северного полушария. А. И. Воейков и современые проблемы климатологии. Ленинград, 1956.
22. Milosavljević M. i saradnici: Prilog proučavanju lokalne klime Novog Beograda. Beograd, 1958.
23. Dobrilović B.: Godišnji hod temperature tla u Beogradu, Beograd, 1957.
24. Gorczynski W.: Nouvelles isothermes de la Pologne, de l' Europe et du globe terrestre. Warszawa, 1918.
25. Milosavljević M.: Poremećaji u godišnjim tokovima klimatskih elemenata u Beogradu na osnovu 60-to godišnjih meteoroloških osmatranja. Glasnik Šumarskog fakulteta br. 2, Beograd, 1950.
26. Венцкевич Г.: Сельско хозяйствеиная метеорология. Ленинград, 1956.
27. Венцкевич Г. и др.: Использовние знаний о климате и погоде в плодоводство. Ленинград, 1957.
28. Anleitung zur Kontrolle der Bodenfeuchte. Institut für Bodenbearbeitung der Forschungsanstalt für Ladwirtschaft. Braunschweig-Völkenrode, 1959.
29. Uputstvo za određivanje agrohidroloških svojstava zemljišta. Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd.
30. Берг Л.: Основы климатологии. Ленинград, 1938.
31. Vuljević P.: Podneblje FNR Jugoslavije. Arhiv za poljoprivredne nauke, sv. 12, Beograd, 1953.
32. Vujević P.: Meteorologija. Beograd, 1948

33. Milosavljević K.: Charakteristik der Winter in den Gebirgsgebieten Serbiens. VI. Internationale Tagung für alpine Meteorologie. Beograd, 1962.
34. Milosavljević M.: Fizičke osobine vetrova u Beogradu. Beograd, 1950.
35. Vujević P.: Klimatologija-predavanja na Prirodno-matematičkom fakultetu u Beogradu.
36. Milosavljević M.: Odnos temperature i vlažnosti vazduha između Beograda i Novog Beograda. Arhitektura-Urbanizam, Br. 11—12. Beograd, 1961.
37. Milosavljević M. et Milosavljević K.: Gradients et inversions des températures de l'air dans quelques montagnes de la République Populaire de Serbie. La météorologie. Paris (VII[e]), 1956.
38. Uhlig S.: Die Pflanze als meteorologisches Instrument. Naturwissenschaftliche Rundschau, Heft 6. Bad Kissingen, 1954.
39. Milosavljević M. et Milosavljević K.: Précipitations dans les montagnes de la République Populaire de Serbie. La météorologie. Paris; 1956.
40. Radinović Đ.: Termički i dinamički uslovi stvaranja ciklona u zapadnom Sredozemlju. Doktorska disertacija (neobjavljena), 1962.
41. Milosavljević M. i dr. Temperaturni odnosi u toplim letnjim danima na jednom delu Novog Beograda. Zbornik radova Polj. fakulteta. sv. 2. Beograd, 1957.
42. Milosavljević M.: Temperatura u snežnom pokrivaču i iznad njega za vreme topljenja snega. Vesnik hidrometeorološke službe, br. 3—4, Beograd, 1952.
43. Milosavljević M.: Minimalna temperatura u prizemnom sloju vazduha u toku noći. Zbornik radova Polj. fakulteta sv. 1. Beograd, 1956.
44. Geiger R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig, 1960.
45. Seilkopf H.: Lageklima und Witterungsklima als Komponenten des Heilklimas der Kurorte. Heilbad u. Kurorte 2. 1950.
46. Schneider-Carius K.: Das Klima, seine Definition und Darstellung; zwei Grundsatzfragen der Klimatologie. Berlin, 1961.
47. Mörikofer W.: Neuere Gesichtspunkte in der Klimatologie. Verh. Schweizer Naturf. Ges. St. Gallen, 1948.
48. Алисов Б. и др. Курс климатологии. Ленинград 1940. Москва.
49. Jesser, Dimitz E. und Wilfinger H.: Die 14-Uhr-Temperatur, ein wichtiger Klimafaktor für das Pflanzenleben. Wetter und Leben, Heft 3—4. Wien, 1953.
50. Lundegardh H.: Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben. Jena, 1949.
51. Todorović D.: Opšte ratarstvo. Beograd, 1960.
52. Колосков П.: Агроклиматическое районирование Казахстана. Москва—Ленинград, 1947.
53. Milosavljević M.: Temperatura vazduha kao vegetacioni činilac u NR. Srbiji. Glasnik srpskog geografskog društva sv. XXIX, br. 2. Beograd, 1949.
54. Оценка агроклиматических условий сельскохозяйственных полеи. Ленинград, 1961.
55. Prilozi poznavanju klime Jugoslavije 1. Beograd, 1952.
56. Đurić Lj.: Pozni mraz u maju 1952. g. Vesnik hidrometeorološke službe FNRJ, br. 1—2, Beograd, 1952.
57. Dekadni agrometeorološki bilten br. 16. God. IX. I. dekada juna 1962. Hidrometeorološki zavod NRS, Beograd, 1962.
58. Geiger R.: Die Auswirkungen der Dürre. Met. Rundschau, Heft 17/18. Bad Kissingen, 1948.
59. Milosavljević K.: Kišne i sušne periode u NR. Srbiji. Beograd, 1951.
60. Milosavljević M.: Meteorološki elementi i pojave u poslednje tri ekstremne godine u NR Srbiji. Arhiv za poljoprivredne nauke sv. 10. Beograd, 1952.
61. Milosavljević M.: Temperatura i relativna vlažnost vazduha u 14 časova u Nr. Srbiji. Zbornik radova Polj. fakulteta, sv. 1. Beograd, 1954.
62 Bricault R. et Striffling M.: Pluies et agriculture dans la région Lyonnaise. La météorologie, I—III. Paris, 1952.
63. Chaptal L.: La mesure de la pluie en climatologie agricole. Annales agronomiques, 1931.
64. Milosavljević M.: Visina »efikasnih padavina« u Beogradu. Godišnjak br. 4. Polj. fakulteta. Beograd, 1952.
65. Алисов Б., Берлин И., Михель В.: Курс климатологии, част III, Климаты земнога шара. Ленинград, 1954.
66 Alissow P. B.: Die Klimate der Erde (prevod sa ruskog), Berlin, 1954.

67. Delijanić J.: Regionalna klimotologija (skripta). Beograd, 1959.
68. Biel E.: Climatology of the Mediterranean Area. Chicago-Illinois, 1944.
69. Conrad V.: Homogenitätsbestimmung meteorologischer Beobachtungsreihen. Meteorolog. Zeitschrift 42. Jahrgang. 1925.
70. Vujević P.: Klimatološka statistika. Beograd, 1956.
71. Savić S. — Milosavljević K.: Intenzitet sunčevog zračenja u Beogradu. Hidrometeorološki glasnik br. 1. Beograd, 1948.
72. Fuess R.: Prüfschein für den Strahlungsschreiber nach Robitzsch EP 251-58c-1a. Berlin-Steglitz. 1956.
73. Milosavljević M.: Upadi hladnih i toplih vazdušnih talasa na profilu Senta—Beograd—Niš—Skoplje. Godišnjak Polj. fakul. br. 3. Beograd, 1951.
74 Peiss H.: »Watter und Klima des Fichtelberges« Berlin, 1961.
75. Milosavljević M.: Klimatske promene u Beogradu. Glasnik Šumarskog fakulteta br. 3. Beograd, 1951.
76. Milosavljević K.: Klimatske karakteristike Beogradske opservatorije. Referat sa proslave 75-godišnjice Meteor. opservatorije. Beograd, 1962.
77. Köppen W.: Der jährliche Temperaturgang in den gemässigten Zonen-Meteorologische Zeitschrift. 39. Jahrgang, 1922.
78. Milosavljević M.: Klimatske osobine Topličke kotline. — Zbornik radova Polj. fakulteta sv. 1. Beograd, 1955.
79. Hann-Süring.: Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig, 1939.
80. Neis B.: Fortschritte in der meteorologischen Forschung seit 1900. Frankfurt a. M. 1956.
81. Todorović N.: Äquivalentlufttemperatur im Gebiet Zlatibor. VI Internationale Tagung für Alpine Meteorologie. Beograd, 1962.
82. Milosavljević M.: Oblačnost u Vojvodini. Zbornik Matice srpske, sv. 9. Serija prirodnih nauka. Novi Sad, 1955.
83. Conrad V.: Methods in climatology. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts, 1944.
84. Milosavljević K.: Kišne i sušne periode u NR. Srbiji. Beograd, 1951.
85. Nejgebauer V.: Vojvođanski černozem, njegova veza sa černozemom istočne Evrope i pravac njegove degradacije. Naučni zbornik Matice srpske, Sv. 1. Serija prirodnih nauka. Novi Sad, 1951.
86. Otorepec S.: Agrometeorologija. Beograd, 1960.
87. Stanojević S.: Mogućnost prognoziranja poznih proletnjih i ranih jesenjih mrazeva na Oglednoj voćarsko-vinogradarskoj stanici Poljoprivrednog fakulteta »Radmilovac«. — Zbornik radova Poljoprivrednog fakulteta br. 288. Beograd, 1960.